

Bedeutungsdimensionen und multisensorische Wahrnehmung: Geschlechtsunterschiede bei der Bewertung von Lebensmitteln und elektrophysiologische Hirnaktivität

Inauguraldissertation
zur Erlangung des Doktors der Medizin
des Fachbereichs Medizin
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Susanne Margot Hörner
geb. am 16.10.1983 in Feuchtwangen

Gießen 2012

Aus dem Physiologischen Institut
der Justus Liebig Universität Gießen
Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. Rainer Schulz

Betreuer: Prof. Dr. Wolfgang Skrandies

1. Gutachter: Prof. Dr. Wolfgang Skrandies
2. Gutachter: Prof. Dr. Manfred Kaps

Tag der Disputation: 24.07.2012

Inhaltsverzeichnis:

1. Einleitung.....	6
1.1. Semantisches Differential als Methode zur Erfassung der Bedeutungsebenen von Begriffen.....	6
1.2. Alter, Geschlecht und Einstellung zum Essen als Einflussfaktoren auf die Bewertung von Lebensmitteln.....	8
1.3. Elektroenzephalographie (EEG) und Ereignis- korrelierte Potentiale (EKP).....	10
1.3.1. Komponenten der EKP/ERP.....	12
1.3.2. P100- Komponente.....	12
1.3.3. P300 / P3 / LPP („late positive potential).....	13
1.3.4. N400- Komponente.....	14
1.4. Geschlechtsunterschiede des Gehirns.....	15
1.4.1. Neuroanatomische Geschlechtsunterschiede.....	15
1.4.2. Elektrophysiologische Geschlechtsunterschiede.....	17
1.4.3. Geschlecht und Sinnesmodalitäten.....	19
1.4.3.1. Geschlecht und Geruch.....	19
1.4.3.2. Geschlecht und Geschmack.....	20
1.4.3.3. Geschlecht und Mundgefühl.....	21
1.4.3.4. Geschlecht und visuelle Sensibilität.....	22
1.4.4. Geschlechtsspezifische Reaktionen auf Lebensmittelstimuli.....	24
1.4.5. Geschlecht und kognitive Fähigkeiten.....	25
1.5. Ziele der Arbeit.....	27
2. Fragebogen- Studie.....	29
2.1. Fragebogen- Studie im Verfahren des Semantischen Differentials.....	29
2.2. Vorstudie.....	30
2.2.1. Methoden einer Vorstudie.....	30
2.2.2. Ergebnisse der Vorstudie.....	30
2.2.3. Interpretation der Vorstudie.....	32
2.2.4. Erkenntnisse durch die Ergebnisse der Vorstudie.....	33
2.3. Methoden der Fragebogen- Studie.....	34
2.4. Bewertungsworte der Fragebogen- Studie.....	35
2.5. Versuchspersonen der Fragebogen- Studie.....	35
2.6. Ergebnisse der Fragebogen- Studie.....	36

2.6.1. Faktorenanalyse.....	36
2.6.1.1. Fünf Faktoren.....	36
2.6.1.2. Drei Faktoren.....	38
2.6.2. Vergleiche zwischen unterschiedlichen Fragebogen- Studien- Gruppe.....	39
2.6.2.1. Vergleich der Faktorwerte in Bezug auf die Essenseinstellung.....	40
2.6.2.1.1. Signifikante Unterschiede in Bezug auf den Faktor Evaluation.....	40
2.6.2.1.2. Signifikante Unterschiede in Bezug auf den Faktor Stärke und den Faktor Textur.....	42
2.6.2.2. Vergleich der Faktorwerte in Bezug auf das Alter.....	42
2.6.2.3. Vergleich der Faktorwerte in Bezug auf das Geschlecht.....	43
2.6.2.3.1. Signifikante Unterschiede in Bezug auf den Faktor Evaluation.....	43
2.6.2.3.2. Signifikante Unterschiede in Bezug auf den Faktor Stärke.....	45
2.6.2.3.3. Signifikante Unterschiede in Bezug auf den Faktor Textur.....	45
2.7. Diskussion.....	47
2.7.1. Drei Faktoren „Evaluation“, „Stärke“ und „Textur“.....	47
2.7.1.1. Interpretation des Faktors Evaluation.....	47
2.7.1.2. Interpretation des Faktors Stärke.....	47
2.7.1.3. Interpretation des Faktors Textur.....	49
2.7.2. Interpretation der Ergebnisse in Bezug auf die Essenseinstellung.....	50
2.7.2.1. Interpretation der Ergebnisse für den Bewertungsfaktor E.....	50
2.7.3. Interpretation der Ergebnisse in Bezug auf das Alter.....	51
2.7.4. Interpretation der Ergebnisse in Bezug auf das Geschlecht.....	52
2.7.5. Differenzierungsfähigkeit zwischen den einzelnen Lebensmittelklassen.....	53
2.7.6. Limitierungen.....	54
3. EEG- Studie.....	56
3.1. Basis der EEG- Studie/Vorarbeiten.....	56
3.2. Methodik.....	56
3.2.1. Experimenteller Aufbau.....	56
3.2.2. Reizklassen und Reizworte.....	57
3.2.3. Versuchsdurchführung.....	59
3.2.4. Versuchspersonen.....	61
3.2.5. EEG- Messung.....	62
3.2.6. Auswertung der Messdaten und statistische Methoden.....	63
3.2.6.1. Definitionen.....	63

3.2.6.2. Potentialkarten.....	63
3.2.6.3. GFP, Komponenten und Schwerpunkte.....	65
3.3. Ergebnisse der EEG- Studie.....	66
3.3.1. Signifikante Ergebnisse bei Analyse der Latenz.....	67
3.3.2. Signifikante Ergebnisse bei Analyse der GFP.....	68
3.3.3. Signifikante Ergebnisse bei Analyse der Schwerpunkte.....	69
3.3.3.1. Positiver Schwerpunkt in der Rechts- Links- Richtung.....	69
3.3.3.2. Negativer Schwerpunkt in der Rechts- Links- Richtung.....	70
3.3.3.3. Positiver Schwerpunkt in Anteriorer- Posteriorer- Richtung.....	72
3.3.3.4. Negativer Schwerpunkt in Anteriorer- Posteriorer- Richtung.....	72
3.4. Diskussion der EEG- Ergebnisse.....	73
3.4.1. Elf Zeitkomponenten als Schritte der kognitiven Verarbeitung.....	73
3.4.1.1. Frühe Komponenten: Latenz unter 200ms.....	73
3.4.1.2. Späte Komponenten: Latenz über 200ms.....	78
3.4.2. Interpretation der signifikanten Effekte in Bezug auf die Latenz.....	78
3.4.3. Interpretation der signifikanten Effekte in Bezug auf die GFP.....	79
3.4.4. Interpretation der signifikanten Effekte in Bezug auf die Topographie.....	81
3.5. Aussicht.....	83
4. Zusammenfassung.....	85
5. Abstract.....	87
6. Abkürzungsverzeichnis.....	88
7. Glossar.....	88
8. Literaturverzeichnis.....	91
9. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis.....	99
10. Bisherige Veröffentlichungen/Vorträge.....	100
11. Anhang.....	101
11.1. Tabellen.....	101
11.2. Abbildungen.....	108
12. Erklärung zur Dissertation.....	115
13. Lebenslauf.....	116

1. Einleitung

1.1. Semantisches Differential als Methode zur Erfassung der Bedeutungsebenen von Begriffen

Spätestens seit Dan Browns Bestsellern „Sakrileg“ und „Illuminati“ ist Vielen bekannt geworden, dass sich Menschen mit der Semiotik, also mit den Bedeutungen von Symbolen, beschäftigen und dass ein Symbol meistens nicht nur eine Bedeutung hat. Diese Mehrdeutigkeit ist auch bei Bedeutungen von Begriffen, also der Semantik, zu finden. Die Semantik und deren Verarbeitung, sowie die neurophysiologischen Prozesse, welche bei dieser Verarbeitung stattfinden, sind Gegenstand dieser Doktorarbeit. Begriffe besitzen nicht nur eine Hauptbedeutung, sondern haben neben dieser Bedeutung noch konnotative Bedeutungen. Es geht dabei um diejenigen Wortbedeutungen, die bewusst oder unbewusst mitschwingen. Diese „Nebenbedeutungen“ können stilistischer, wertender, affektiver oder emotionaler Art sein. So ist beispielsweise der Begriff „Rose“ nicht nur das Wort für eine spezielle Blume, sondern auch mit Konnotationen wie „duftend“, „lieblich“ und „schön“ behaftet. Soll nun dieser beispielhafte Begriff „Rose“ verarbeitet werden, so werden gleichzeitig verschiedene sensorische Modalitäten aktiviert. Einige werden ein visuelles Bild dieser Blume vor Augen und ihren besonderen Duft in der Nase haben. Gleichzeitig werden sie sich unbewusst schon entschieden haben, ob diese Blume eher schön oder hässlich ist und der Duft stechend oder lieblich. Die Einordnung dieser Nebenbedeutungen passiert nicht bewusst. Auf diese Weise lassen sich uns bekannte Dinge schnell auf verschiedenen Ebenen bewerten, bzw. ihren Platz innerhalb dieser Ebenen wiedererkennen.

Um diese konnotativen Wortbedeutungen zu untersuchen, wird sich in der Sprachwissenschaft mit der Technik des semantischen Differentials beholfen. Dabei werden den Befragten keine direkten Fragen wie „Was halten Sie von...“ gestellt. Vielmehr sollen sie indirekt anhand von Gegensatzpaaren wie z.B. „schön – hässlich“ oder „geräuschvoll – still“ Worte bewerten, indem sie das Wort mit einem bestimmten Maß eher „schön“ oder eher „hässlich“ zuordnen. Der Vorteil dabei ist, dass die Ergebnisse besser miteinander vergleichbar sind und die Antworten weniger davon beeinflusst werden, was die Befragten als erwartete Antwort empfinden.

Je nach Anzahl der Gegensatzpaare, die zur Bewertung der Worte verwendet werden, lässt sich ein semantischer Raum beschreiben, dessen Achsen durch die Gegensatzpaare gebildet werden.

Es zeigen sich Ähnlichkeiten bei den Bewertungen der Worte durch die Studienteilnehmer für verschiedene Gegensatzpaare. Daher wird versucht durch Faktorenanalyse herauszufinden, welche Gegensatzpaare am besten miteinander korrelieren. Beispielsweise zeigten die Gegensatzpaare „schön – hässlich“, „freundlich – unfreundlich“, sowie „angenehm – unangenehm“ schon in früheren Studien eine hohe Korrelation. Anschließend soll für die sich ähnelnden Gegensatzpaare ein Faktor gefunden werden, der diese Gegensatzpaare repräsentiert. Die eben erwähnten Beispiels-Gegensatzpaare wurden vom Faktor Evaluation „*E*“ repräsentiert. Das Ziel ist möglichst wenige, voneinander unabhängige Faktoren zu finden, die aber dennoch alle Gegensatzpaare „vertreten“ können.

Jedes Gegensatzpaar zeigt zu allen Faktoren eine bestimmte Korrelation, welche darstellt, in wie weit das Gegensatzpaar mit dem Faktor übereinstimmt. Diese Korrelationswerte werden als Faktorladung bezeichnet. Jedes Gegensatzpaar kann nun demjenigen Faktor zugeteilt werden, zu dem es die betraglich, also unabhängig vom Vorzeichen, höchste Faktorladung aufweist. Diese Faktoren sind unkorreliert voneinander und bilden folglich die Achsen, bzw. Dimensionen des semantischen Raums. Anhand der Gegensatzpaare, die sich einem Faktor zuordnen lassen, definiert sich die entsprechende Bedeutungsdimension.

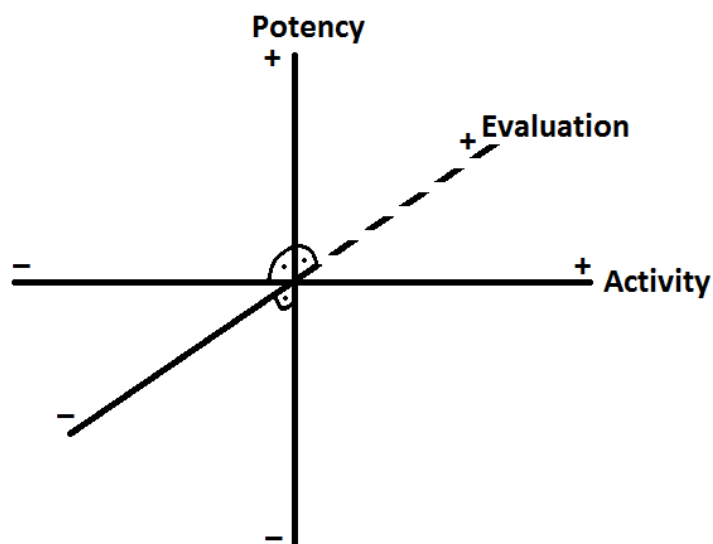


Abb. 1 Graphische Darstellung des Semantischen Raums mit den Osgoodschen Dimensionen *E* (= Evaluation), *P* (= Potency) und *A* (= Activity)

Indem sie 40 prototypische Wörter, die in allen Kulturen vorkommen, bewerten ließen, konnten Osgood et al. (1957) zeigen, dass *kulturübergreifend* drei Dimensionen – oder

auch Ebenen – ausreichen, um den semantischen Raum zu bilden und den affektiven Teil der Wortbedeutung darzustellen (siehe Abb.1). Dabei handelte es sich um die Dimension **E** (= Evaluation = Bewertungsdimension), **P** (= Potency = Stärkedimension) und **A** (= Activity= Aktivitätsdimension). Skrandies et al. (2004) konnten diese drei Dimensionen auch bei Deutschen und Chinesen bestätigen. Dementsprechend kann nun auch unser beispielhafter Begriff „Rose“ in diesem semantischen Raum platziert werden, dadurch dass ihm für die jeweilige Dimension **E**, **P** und **A** ein bestimmtes Maß innerhalb der Dimensionen zugeordnet wird- ist sie folglich eher gut oder schlecht, stark oder schwach, aktiv oder passiv. Da diese Zuordnung der konnotativen Wortbedeutungen und Platzierungen innerhalb des semantischen Raumes schnell und unbewusst abläuft, wird uns ein effektives und schnelles Handeln ermöglicht.

Ziel dieser Arbeit war zum einen, zu untersuchen, ob es neben den drei von Osgood postulierten Dimensionen **E**, **P**, und **A** noch weitere Dimensionen gibt, die im Speziellen die Sinnesmodalitäten, wie Sehen, Riechen, Tasten, Hören oder Schmecken, repräsentieren. Dazu untersuchten wir die konnotativen Wortkomponenten von Lebensmittel- Begriffen in einer Fragebogenstudie mit Hilfe des Semantischen Differentials. Reik und Skrandies (2006) konnten in ihrer Studie zeigen, dass sich die affektiven Bedeutungen von imaginierten Gerüchen– also Gerüche, welche man sich (geruchlich) vorstellt, ohne sie wirklich zu riechen- mit Hilfe des Semantischen Differentials gut darstellen lassen. In dieser Studie genügten die von Osgood postulierten Faktoren **E**, **P** und **A** um den affektiven Teil der Gerüche zu repräsentieren. Da Lebensmittelworte im Vergleich zu anderen Begriffen auch oft eine starke Geruchskomponente aufweisen, hielten wir es für möglich, dass sich eine eigene „Geruchsdimension“ darstellen könnte.

1.2. Alter, Geschlecht und Einstellung zum Essen als Einflussfaktoren auf die Bewertung von Lebensmitteln

In der Literatur gibt es viele Studien, welche potentielle Einflussfaktoren auf die Lebensmittelbewertung untersucht haben. Stockburger et al. (2009) konnten in ihrer ERP- Studie (Event- related- potential; Ereignis- korrelierte Potentiale, siehe 1.3.) zeigen, in der die Teilnehmer u.a. auch Lebensmittel- Bilder auf einer Skala von -1 (ich mag das Lebensmittel überhaupt nicht) bis +1 (ich mag das Lebensmittel voll und ganz) bewerten mussten, dass Vegetarier im Gegensatz zu Nicht-Vegetariern die Fleischgerichte signifikant negativer bewerteten, dagegen aber Gemüsegerichte und

Desserts signifikant positiver. Zudem erzeugten Fleischgerichte beim Passiv-Anschauen bei Vegetariern signifikant größere LPPs (= späte posteriore Potentiale im Bereich von 500 bis 700ms) im Vergleich zu Nicht-Vegetariern. Auch Povey et al. (2001) konnten in ihrer Studie aufzeigen, dass je nach zugehöriger Ernährungsgruppe (Fleischessende, Fleischmeidende, Vegetarier und Veganer) eine positive Einstellung zur eigenen Ernährungsweise bestand, dagegen eine negative Einstellung zur am weitesten entfernten Ernährungsweise (Fleischessende- Veganer). So betitelten z.B. Fleischessende ihre Ernährungsweise als „schmackhaft“ und „ausgewogen“, dagegen bezeichneten die Fleischessenden die Veganer als „kriminell“, „barbarisch“ und „ungesund“. Dementsprechend erwarteten auch wir eine negativere Bewertung der Fleisch- und Fischprodukte der Vegetarier im Vergleich zu Nicht- Vegetariern.

Oakes und Slotterback (2002) konnten in ihrer Pilotstudie mit 101 College-Studenten über die wichtigsten Kriterien der Lebensmittel bezogen auf ihren gesundheitlichen Wert aufzeigen, dass Frauen den „Fettgehalt“ und „Kaloriengehalt“ angaben, wohingegen die Männer die „Frische“ als wichtigstes Kriterium betitelten. Dieser Geschlechtsunterschied konnte in der auf die Pilotstudie folgenden Hauptstudie mit über 1100 Supermarkteinkäufern allerdings nicht mehr nachgewiesen werden.

Ein Alterseinfluss auf die Wahrnehmung von Puddings wurde von Kremer et al. (2007) dargestellt. Dabei empfanden die Älteren die Puddings als weniger geschmacksintensiv und als weniger cremig. Weiter konnten die Autoren aufzeigen, dass in einer vorher durchgeführten Prüfung der Geruchssensitivität, die jüngeren Probanden die Älteren in der Entdeckungs- und der Identifikationsaufgabe übertrafen. Auch beim Testen der Geschmackssensitivität (Kremer et al. 2007, Mojet et al. 2003) und bei der Prüfung der Effizienz des Kauens konnten die Jüngeren signifikant besser abschneiden. Mojet et al. (2003) konnten beim Testen der Geschmackssensitivität flachere Anstiege der Intensitätsbewertungen bei den älteren Probanden nachweisen. Es bleibt abzuwarten, ob die anscheinend geringeren sensorischen Fähigkeiten und der Verlust der Kaueffizienz der älteren Probanden sich auf die Bewertung der Lebensmittel auswirken.

In dieser Arbeit sollte weiter untersucht werden, ob sich Unterschiede beim Bewerten der Lebensmittel durch die Studienteilnehmer in Bezug auf das Alter, das Geschlecht und der Einstellung zum Essen finden lassen.

1.3. Elektroenzephalographie (EEG) und Ereignis- korrelierte Potentiale (EKP)

Durch die Elektroenzephalographie (EEG) ist es möglich die elektrische Hirnaktivität nicht-invasiv zu messen. Genauer gesagt werden mittels Elektroden an der Kopfhaut die Potentiale gemessen, die durch die Dipole der Pyramidenzellen der Großhirnrinde (= zerebraler Cortex) entstehen. Der zerebrale Cortex besteht aus sechs Schichten, wobei die Zellkörper der Pyramidenzellen in den Schichten II bis VI liegen. Sie machen 85% aller kortikalen Neurone aus (Trepel 2004). Jede Pyramidenzelle besitzt einen apikalen Dendriten, also einen Zellfortsatz, der sich durch die Cortex- Schichten Richtung Schädeloberfläche zieht. Ein exzitatorisches postsynaptisches Potential (=EPSP) am Zellkörper führt dort zu einer Depolarisation und folglich zu einem Dipol mit einem oberflächennahen positiven Pol am apikalen Dendriten. Ein inhibitorisches postsynaptisches Potential (=IPSP) am Zellkörper führt zu einer Hyperpolarisation und - entsprechend dem EPSP - zu einem oberflächennahen negativen Pol (Both et al. 2003). Dabei ist die Oberflächenpolarität u.a. davon abhängig, in welchen Schichten die IPSP und EPSP stattfinden. So kann z.B. ein tiefes IPSP und ein oberflächennahes EPSP die gleiche Oberflächenpolarität erzeugen. Obwohl die Pyramidenzellen lotrecht in den Cortexschichten ausgerichtet sind, muss dennoch bedacht werden, dass der Cortex komplex gefaltet ist, so dass die Pyramidenzellen nicht unbedingt lotrecht zur Kopfoberfläche und den dort sitzenden Elektroden liegen (Skrandies 2005). Die EPSP und IPSP können sowohl räumlich als auch zeitlich aufsummiert werden. Die räumliche Summation erfolgt durch synchrone Aktivierung benachbarter Zellen, die zeitliche durch aufeinander folgende Potentiale. Durch die EEG- Elektroden können diese Potentiale registriert werden und als die uns bekannten EEG- Wellen dargestellt werden. Die EEG- Wellen spiegeln unter anderem die Grundaktivität des Gehirns wider und werden nach ihrem Hauptfrequenzbereich benannt. Kellaway zählte neben externen Faktoren wie Medikamenten, Umweltfaktoren und internen Faktoren, wie den Schlaf- Wach- Zustand, den affektiven Zustand, den Metabolismus und die Ontogenese, auch das Geschlecht als Einflussfaktor auf das EEG (Klaas und Daly 1984).

Bei den ereigniskorrelierten Potentialen (oder event- related potentials = ERP) werden den Versuchspersonen Sinnesreize dargeboten. Die Antwort auf die Reize kann im EEG dargestellt werden. Allerdings sind die Antworten so klein, dass sie von der EEG- Grundaktivität nicht zu unterscheiden sind. Erst durch Mittelung der EEG- Antworten auf einen bestimmten Reiz, summieren sich die spezifischen EEG- Antworten zu einem erkennbaren Potential, da sich die EEG- Grundaktivität zufällig verhält und sich durch

Mittelung unterdrücken lässt. Je nach Modalität (z.B. visueller Reiz, akustischer Reiz, usw.) wird nicht das ganze Nervensystem aktiviert, sondern nur bestimmte Areale des Gehirns oder des Hirnstamms (Wehrli und Milnik 2003). Zudem können unterschiedliche Reize in der jeweiligen Modalität (z.B. ein reiner A- Ton vs. einen Schrei) eine unterschiedliche Aktivierung erzeugen.

Die ereigniskorrelierten Potentiale werden im Verlauf kontinuierlich gemessen und lassen sich in exogene und endogene Potentiale einteilen. Bei den exogenen Potentialen handelt es sich um Potentiale, die in Abhängigkeit zu physikalischen Reizeigenschaften stehen. Sie haben eine Latenz von < 100 ms. Demgegenüber variieren die endogenen Potentiale in Abhängigkeit von der physiologischen Bedeutung des Reizes und von der Aktivität des Reiz- verarbeitenden Cortex. Sie stehen in Zusammenhang mit kognitiven und affektiven Prozessen. Ihre Latenz liegt bei > 100 ms (Wehrli und Milnik 2003). Von dieser strikten Einteilung wurde in letzter Zeit zunehmend Abstand genommen. So konnte mehrmals aufgezeigt werden, dass die semantische Bedeutung frühe Komponenten beeinflussen kann (Skrandies 1998, Skrandies und Chiu 2003, Skrandies und Reuther 2008). Gerloff (2005) beschrieb in seinem Artikel die Beeinflussbarkeit der P100 und N100 durch Aufmerksamkeitszuwendung. Birbaumer und Schmidt (2011) legten die Grenze zwischen exogenen und endogenen Potentialen auf eine Latenz von 60ms. Dabei beschrieben sie die exogenen Potentiale, als diejenigen, welche *überwiegend* von physikalischen Reizen abhängen, wohingegen die endogenen Potentiale mit einer Latenz > 60 ms nicht mehr überwiegend von den physikalischen Reizeigenheiten, sondern vielmehr von den psychologisch- subjektiven Vorgängen abhängen. In diesen sollten sich komplexe Prozesse der Verarbeitung von Informationen und die Planung von Verhalten abspielen.

Der große Vorteil der EEG- Messung, gegenüber anderen modernen bildgebenden Methoden wie fMRI oder PET, ist die hohe zeitliche Auflösung im Bereich von Millisekunden (Skrandies 2005). Dadurch wird es möglich, die exakten Reaktionen auf bestimmte Reize zu verfolgen. Zusätzlich kommt der EEG-, bzw. ERP- Methode zu Gute, dass sie im Vergleich zu den anderen Methoden nicht teuer, nicht invasiv und relativ leicht anzuwenden ist (Skrandies 2005).

Die vorliegende EEG- Studie sollte dazu dienen, Unterschiede der ausgelösten Hirnaktivität bei der Verarbeitung von Begriffen, die aus unterschiedlichen Dimensionen stammen, aufzuzeigen. Gleichzeitig sollte darauf geachtet werden, ob die Polarität innerhalb der Dimensionen einen signifikanten Einfluss auf die Verarbeitung

hat. Es sollte hauptsächlich nach signifikanten Effekten innerhalb von drei Bereichen gesucht werden: Erstens die Latenz (= Zeitraum zwischen dem Wortreiz und einer im EEG sichtbaren Reaktion), durch welche sich eine Aussage über die neuronale Verarbeitungszeit treffen lässt (Skrandies 2005). Zweitens die Feldstärke (=GFP = Global Field Power), die ein Maß für die Menge einer synchronen Aktivität von Nervenzellen- Population ist (siehe 3.1.6.) und drittens die Topographie der ausgelösten Potentiale, welche sich durch die Analyse der Lokalisation/Verteilung der positiven und negativen Schwerpunkte der Hirnaktivität darstellen lässt und Rückschlüsse auf die aktivierten Neuronengruppen/Hirnareale erlaubt.

1.3.1. Komponenten der EKP/ERP

Zusätzlich sollten anhand der GFP sogenannte „Komponenten“ bestimmt werden. Diese Komponenten werden durch bestimmte Zeitbereiche definiert, in denen sich die GFP über alle Versuchspersonen und unterschiedliche Reizklassen ähnlich verhält; genauer gesagt – wo sich ein Maximum bildet. Im Allgemeinen werden diese Komponenten als Schritte der Informationsverarbeitung interpretiert (Skrandies 2005). Innerhalb dieser Komponenten sollte nach signifikanten Effekten gesucht werden. Im Speziellen sollte diese Arbeit auf die Geschlechtseffekte eingehen.

Allgemein werden die Komponenten nach Latenz und Polarität eingeteilt. So bezeichnet ein P ein positives Potential, demgegenüber steht ein N für ein negatives Potential. Je nach Auftreten der positiven, bzw. negativen Potentiale werden sie entweder fortlaufend (N1, P1, N2,...) oder nach ihrer Latenz (P100, P300, N400,...) benannt. Je nach physikalischer Eigenschaft des Stimulus bezeichnet man die folgenden im EEG messbaren Potentiale, wie z.B. SSEP (Somatosensorisch Evoziertes Potential), AEP (Akustisch Evoziertes Potential) oder VEP (Visuell Evoziertes Potential). Durch Messung dieser Potentiale können im klinischen Alltag Störungen der jeweiligen Sinnesmodalität geprüft werden.

1.3.2. P100- Komponente

Die P100- Komponente ist die wichtigste Potentialkomponente zur klinischen Untersuchung der visuell evozierten Potentiale (VEP) (Bach et al. 2005). Es handelt sich dabei um einen deutlichen positiven Ausschlag im Bereich von 100ms nach der Präsentation eines visuellen Reizes, z.B. eines Schachbrettmuster-Umkehrreizes. Die

P100 ist am konstantesten nach einem visuellen Reiz evoziert und zeigt bei okzipitaler Ableitung die höchste Amplitude (Bach et al. 2005). Als „kritische Reizparameter“ der VEP wurden u.a. die Leuchtdichte, der Kontrast, das Reizfeld und die Frequenz der Stimulation benannt, als „kritische Probandenparameter“ wurden das Alter (Kind vs. Erwachsenenalter), das Geschlecht, die Kopfgröße, die Körpertemperatur, die Aufmerksamkeit, der Visus, sowie die Refraktion und die Pupillenweite aufgezählt. Eine genaue Erläuterung der einzelnen Parameter kann bei Bach et al. (2005) gefunden werden.

Auch wir erwarteten die Identifizierung einer okzipitalen Positivität mit einer Latenz um die 100ms, da wir unseren Probanden visuell Lebensmittel- Worte über einen Bildschirm präsentierten.

1.3.3. P300 / P3 / LPP („late positive Potential)

Bei der P300 handelt es sich um eine positive Komponente mit einer Latenz von ca. 300ms. Diese Komponente kann leicht dadurch erzeugt werden, dass in einer Gruppe von gleichförmigen Hintergrundreizen hin und wieder ein spezieller Reiz („oddball“) gesetzt wird, auf welchen der Proband seine Aufmerksamkeit lenken soll (Gerloff 2005). Zum einen spielt dabei die Bedeutung, bzw. die Aufmerksamkeit, die der Proband einem bestimmten Reiz beimisst eine Rolle, zum anderen auch die Wahrscheinlichkeit, in welcher der bestimmte Reiz auftritt. Auch Steffenesen et al. (2008) konnten in ihrer Studie aufzeigen, dass durch relevante Stimuli eine signifikant höhere P300- Amplitude erzeugt werden konnte als bei irrelevanten und Standard-Stimuli.

Die P300 besteht aus drei Komponenten, der P3a, P3b und der sog. „slow wave“, welche durch spezielle experimentelle Bedingungen ausgelöst werden können (Gerloff 2005). Dabei versteht man unter der P3b die klassische P300, welche durch das 2-Stimulus- Diskriminations- Paradigma („oddball- paradigma“, siehe oben) ausgelöst werden kann. Die maximale Amplitude kann zentroparietal abgeleitet werden. Die Latenz der P3b ist abhängig von der Auslösemodalität der Reize und beträgt zwischen 350 und 700ms. Die P3a hat im Gegensatz zur P3b eine kürzere Latenz (250- 350ms) und die maximale Amplitude lässt sich frontozentral ableiten. Sie kann am deutlichsten dargestellt werden, wenn dem beachteten Reiz ein neuartiges Merkmal hinzugefügt wird. Die „slow wave“- Komponente tritt mit einer Latenz von 600- 1400ms auf. Sie ist nicht abhängig von 2- oder 3- Stimulusdiskriminationsaufgaben, sondern tritt generell

auf, wenn präsentierte Reize für die Lösung einer komplexen Aufgabe von Bedeutung sind (Gerfoll 2005).

Die Amplitude der P300 ist von der Wahrscheinlichkeit, mit welcher der spezielle Zielreiz auftritt, abhängig. Mit abnehmender Auftretenswahrscheinlichkeit des Zielreizes nimmt die Amplituden- Höhe der P300 meistens zu (Gerloff 2005). Die Latenz der P300 ist u.a. davon abhängig, in wie weit sich der Hintergrundreiz von dem Zielreiz unterscheidet. Je ähnlicher sich der Hintergrundreiz und der Zielreiz sind, desto länger ist die Latenz. Zudem ist die Latenz vom Alter der Probanden abhängig (Gerloff 2005).

Kok (2001) konnte aufzeigen, dass die Amplitude der P3 eine Aktivierung von Elementen eines „Ereignis einstufigen Netzwerkes“ (event- categorization network) darstellte, welches durch das Zusammenwirken von Aufmerksamkeit und Aktivität des Arbeitsgedächtnisses kontrolliert wurde. Dabei zeigte es den Grad der Übereinstimmung zwischen dem präsentierten Reiz und dem intern gespeicherten Reiz an, welcher für die Aufgabe relevant war. Jausovec und Jausovec (2009) interpretierten die Höhe der Amplitude als aussagefähig, wie leicht oder schwer die Probanden einfache Aufgaben, wie z.B. eine visuelle Oddball- Aufgabe lösen konnten. Sie sahen die höheren Amplituden als Zeichen für eine stärkere Anstrengung und niedrigere Amplituden der P300 als Zeichen eines leichteren Lösens der Aufgabe. Steffensen et al. (2008) konnten bei Frauen höhere P300- Amplituden im Vergleich zu Männern beim Analysieren der VEPs aufzeigen.

In ihrer ERP- Studie, in welcher die Probanden aus visuellen und auditorischen Stimuli Lebewesen erkennen mussten (Oddball- Paradigma), konnten Jausovec und Jausovec (2009) die signifikant höheren P3- Amplituden der weiblichen Probanden bestätigen. Wiederum waren die Effekte für die visuelle Bedingung stärker ausgeprägt als für die auditive Bedingung.

1.3.4. N400- Komponente

Die N400 tritt auf, wenn die semantische Kongruenz unsinnig erscheint. „Zum Frühstück isst er Brot und *Stiefel*“. Dabei ist das Wort *Stiefel* im semantischen Zusammenhang nicht passend und erzeugt eine N400. Die N400- Komponente beginnt etwa mit einer Latenz von 250ms nach Präsentation des unpassenden Stimulus und hat sein Maximum bei ca. 400ms. Die Topographie der N400 ist relativ komplex und noch nicht ausreichend geklärt. Die N400- Amplitude kann durch das Ausmaß der Erwartung

eines bestimmten Reizes, z.B. eines bestimmten Wortes in einem Satz, moduliert werden (Gerloff 2005).

Jausovec und Jausovec (2009) konnten in ihrer ERP- Studie aufzeigen, in welcher die Probanden aus visuellen und auditorischen Stimuli Lebewesen erkennen mussten, dass Männer die größere N400- Amplituden bei Beanspruchung der visuellen Modalität erzeugten. Sie interpretierten dieses Ergebnis als einen Hinweis dafür, dass Männer sich stärker bemühen müssen um eine korrekte Antwort liefern zu können. Dagegen konnten Steffensen et al. (2008) darstellen, dass Frauen sowohl für die relevanten, als auch für die irrelevanten visuellen Stimuli stärkerer N400- Komponenten erzeugten. Die Autoren betrachteten diese signifikanten Effekte als einen weiteren Hinweis auf das unterschiedliche geschlechtsspezifische Verarbeiten von visuellen Informationen und als einen möglichen Hinweis darauf, dass sich Frauen von irrelevanten Stimuli leichter ablenken lassen als Männer, bzw. auch irrelevanten Stimuli Aufmerksamkeit schenken. Gerade im Bezug auf ablenkende Stimuli schien es vor allem in den späteren Stationen (N400/LP) der visuellen Verarbeitungsprozesse exklusive Geschlechtseffekte zu geben, die weder von den hemisphärischen Asymmetrien, den motorischen Fähigkeiten, der Stimulusart noch von der Auftretenswahrscheinlichkeit beeinflusst wurden (Steffensen et al. 2008).

1.4. Geschlechtsunterschiede des Gehirns

1.4.1. Neuroanatomische Geschlechtsunterschiede

Immer wieder wurde nicht nur durch fMRI- Studien (Leonard et al. 2008, Luders et al. 2004, Luders et al. 2005, Giedd et al. 1996, Goldstein et al. 2001), sondern auch durch postmortem- Studien (Amunts et al. 2007) festgestellt, dass das männliche Gehirn ein größeres Volumen als das weibliche Gehirn hat.

Diese Unterschiede scheinen schon in der frühen Kindheit vorhanden zu sein. Giedd et al. (1996) konnten in ihrer Studie mit Kindern, bzw. Jugendlichen in einem Alter von 4 bis 18 Jahren aufzeigen, dass die männlichen Probanden einen 9% größeren Cortex und ein 8% größeres Cerebellum hatten. Dieser Unterschied war selbst noch signifikant, als die Probanden für Größe und Gewicht korrigiert wurden. Zusätzlich konnten die Autoren auch subkortikale Sexualdimorphismen aufzeigen, bei welchen nach Anpassung an das zerebrale Volumen die männlichen Probanden im Verhältnis ein

größeres Putamen und Globus pallidus aufweisen konnten, wohingegen bei den weiblichen Probanden im Verhältnis der Nucleus caudatus größer war.

Bei Amunts et al. (2007) war das männliche Gehirnvolumen bei Erwachsenen 1,2mal größer als das weibliche Gehirnvolumen. Leonard et al. (2008) zeigten in ihrer fMRI-Studie, in der 100 männliche und 100 weibliche Personen untersucht wurden, dass das männliche zerebrale Volumen 13% größer war als das zerebrale Volumen bei Frauen. Davon waren anteilmäßig die männliche weiße Substanz und der Liquorbereich 17% größer, der Anteil der grauen Substanz nur 10%. Als eine mögliche Antwort für das oft gleiche Abschneiden beider Geschlechter bei kognitiven Aufgaben bei doch unterschiedlichem zerebralen Volumen, beschreiben Leonard et al. (2008) den größeren Anteil der grauen Substanz am gesamten zerebralen Volumen bei Frauen. Dieser Aspekt konnte von Luders et al. (2004) bestätigt werden. Auch sie konnten einen größeren relativen Anteil der grauen Substanz am Gesamthirnvolumen bei den Frauen nachweisen. Dennoch zeigten auch sie, dass Männer absolut gesehen mehr graue Substanz besitzen. Einen weiteren Ansatz zur Erklärung der unterschiedlichen Volumina erwähnten Luders et al. (2004) in ihrer fMRI-Studie. Sie zeigten auf, dass bei Frauen eine stärkere Fältelung der Hirnschichten in frontalen und parietalen Gehirnbereichen nachzuweisen ist. Diese stärkere und komplexere Fältelung war allerdings nur ein Maß für die komplexere 3D-Anordnung des Cortex und kein Volumenmaß.

Amunts et al. (2007) beschrieben in ihrer Postmortem-Studie einen weiteren sexuellen Dimorphismus des Gehirns. In ihrer Arbeit betrachteten sie vor allem die Hirnbereiche, die in die Fähigkeiten des räumlichen Sehens involviert sind, wie den primären visuellen Cortex V1 (= BA17= Brodmann Area 17= hOc1), den sekundären visuellen Cortex V2 (= BA18= hOc2) und das bewegungssensitive Hirngebiet V5/MT+/hOc5 (MT= middle temporal; hOc5 = zytoarchitektonische Nomenklatur; h =human; Oc = occipital lobe, 5 = fünfter zytoarchitektonischer Bereich lateral vom primären visuellen Cortex = hOc1 (Malikovic et al. 2007)). Es konnte zum einen belegt werden, dass beidseitig bei den Männern das Volumen von BA17 und BA18, sowie rechtsseitig das Volumen von hOc5 signifikant größer waren. Des Weiteren konnten die Autoren darstellen, dass bei den Männern- nicht jedoch bei den Frauen- eine Asymmetrie bezogen auf hOc5 vorherrschte. Dabei war der rechte hOc5 deutlich größer als der Linke. Zusätzlich wurde aufgezeigt, dass der rechte hOc5 bei Männern 2,6mal größer war als der weibliche rechte hOc5, was über dem Faktor von 1,2 lag, der den

Größenunterschied zwischen dem zerebralen Volumen der Männer und Frauen angab. Amunts et al. (2007) interpretierten diesen Größen- und Hemisphärenunterschied zum einen als eine männliche rechtsseitige Dominanz im Gegensatz zu einer weiblichen eher bilateral organisierten Strategie in Bezug auf das räumliche Sehvermögen. Zum anderen sahen sie den klaren Größenvorteil der Männer gut mit der männlichen Überlegenheit bei der Raumkognition und dabei v.a. bei der mentalen Rotation (= die Fähigkeit zwei- oder dreidimensionale Dinge im Geiste zu drehen) vereinbar. Auch Giedd et al. (1996) konnten aufzeigen, dass bereits bei Kindern und Jugendlichen in einem Alter von 4 bis 18 Jahren hemisphärische Asymmetrien nachzuweisen sind. Allerdings zeigte sich in diesem Alter noch kein signifikanter Einfluss des Geschlechts. Demgegenüber konnten sie aber auch belegen, dass sich das Gehirn in Abhängigkeit vom Geschlecht noch verändert. So sank nur bei den männlichen Probanden das Volumen des Putamen und Nucleus caudatus, gleichzeitig erhöhte sich bei ihnen das Volumen der Ventrikel. Diese Effekte konnten bei den weiblichen Versuchspersonen nicht gefunden werden.

Güntürkün und Hausmann (2007) betrachteten die Sexualdimorphismen speziell auf drei Ebenen: der neokortikalen, der subkortikalen und auf einer Ebene, die die Asymmetrien zwischen den Hemisphären betrifft. Die Autoren sahen kognitive Geschlechtsunterschiede durch die neokortikalen Unterschiede bedingt, also durch Unterschiede, die sich auf die Größe und Struktur des Großhirns beziehen. Sexualdimorphismen im subkortikalen Bereich sahen sie in einem Zusammenhang mit der unterschiedlichen sexuellen Orientierung und den unterschiedlichen Handlungsweisen. Letztlich betrachteten sie die Hemisphärenasymmetrien, die bei Frauen und Männern differieren, als Erklärungsansatz für die unterschiedlichen Strategien und Leistungen der Geschlechter in Bezug auf unterschiedliche kognitive Bereiche.

1.4.2. Elektrophysiologische Geschlechtsunterschiede

Auch auf das Gehirn bezogene elektrophysiologische Geschlechtsunterschiede sind schon seit längerem Gegenstand der Wissenschaft. Bereits 1975 konnte Ray et al. (1976) mittels einer EEG- Studie zeigen, dass Männer und Frauen für Umweltvorgänge unterschiedliche zerebrale Verarbeitungsvorgänge benutzen. Dabei zeigten Männer eine signifikant höhere Aktivierung einer Hemisphäre bei „Hemisphären- spezifischen“ Aufgaben (linke Hemisphäre: Additionsaufgaben, die Häufigkeit von Verben mitzählen, Sätze konstruieren, Multiplikationsaufgaben; rechte Hemisphäre: Musik zuhören,

Visualisieren), wohingegen diese Effekte bei Frauen nicht nachgewiesen werden konnte. Kritisch müssten dabei aber die „Hemisphären- spezifischen“ Aufgaben betrachtet werden. Zum einen waren sie nicht genau beschrieben und zum anderen wurden dabei i.d.R. relativ einfache Aufgaben angewandt, welche durchaus von einer Hemisphäre bewerkstelligt werden konnte ohne dabei „Hemisphären- spezifisch“ zu sein. Dennoch konnten durch die gleichen Aufgaben unterschiedliche EEGs erzeugt werden. Hill et al. (2006) konnten in ihrer ERP- Studie aufzeigen, dass sich unter bestimmten Bedingungen der sprachlichen Verarbeitung bei Frauen bilaterale Aktivitäten nachweisen lassen, wohingegen sich bei Männern Lateralisierungseffekte darstellten. Bei den Frauen zeigte sich während des Lesens, bzw. der semantischen Verarbeitung eine beidseitige anhaltende posteriore Positivität und frontale Negativität, während bei Männern eine schwächere Positivität in der linken posterioren Hemisphäre und eine schwächere Negativität rechts frontal nachzuweisen war. Für die Phase des Antwortens, bzw. der Verarbeitung und Durchführung verschwanden die geschlechtsspezifischen Unterschiede und es ergab sich für beide eine beidseitige frontale Negativität und posteriore Positivität, die bei Frauen aber dennoch stärker war. In einer globalen- lokalen visuellen Aufgabe (Buchstabe „H“ musste erkannt werden; globale Bedingung: Buchstabe „H“ wurde durch kleinere andere Buchstaben gebildet; lokale Bedingung: kleine H- Buchstaben bildeten einen anderen Buchstaben) konnten Roalf et al. (2006) für die P100 nachweisen, dass Männer für alle Bedingungen bilaterale okzipitale Aktivität aufzeigten, wohingegen Frauen für die lokale Bedingung eine Lateralisierung nach links erzeugten. Dies zeigte, dass es schon zu einem so frühen Zeitpunkt in der Verarbeitung zu topographischen Unterschieden zwischen Männern und Frauen kommen kann. Lateralisierungseffekte konnten Skrandies et al. (1999) in ihrer ERP- Studie, in der zum einen sprachliche Aufgaben gelöst werden mussten und zum anderen Kopfrechnen erforderlich war, nicht nachweisen. Dennoch konnten konsistent signifikant höhere GFP- Werte für Frauen gefunden werden. Jausovec und Jausovec (2009) sahen die Höhe der P1- Amplitude mit dem Aufwand im Zusammenhang, der für die Unterdrückung irrelevanter Informationen des Stimulus bereitgestellt wurde. Jausovec und Jausovec (2009) konnten in ihrer ERP- Studie über visuelle und auditive Oddball- Paradigmas aufzeigen (innerhalb einer Serie gleichbleibender Reize wurde ein abweichender, unerwarteter Reiz in zufälliger Folge mit geringer Wahrscheinlichkeit dargeboten), dass Frauen im Vergleich zu Männern generell höhere P1- Amplituden

hatten. Der Geschlechtsunterschied war dabei für die visuelle Bedingung ausgeprägter als für die auditive Komponente.

1.4.3. Geschlecht und Sinnesmodalitäten

1.4.3.1. Geschlecht und Geruch

Die olfaktorischen Rezeptorenzellen liegen in der am hinteren Nasendach befindlichen Regio olfactorius und leiten ihr Aktionspotential weiter an die Neurone des primären olfaktorischen Areals, den Bulbus olfactorius. Von dort ziehen Projektionen in die sekundären olfaktorischen Gebiete (Nucleus olfactorius ant., Tuberculum olfactorium, Cortex piriformis, Teil der Amygdala, Cortex periamygdaloideus und ein kleiner Teil des Cortex entorhinalis). Ab hier können die Geruchsinformationen entweder direkt oder indirekt an tertiäre olfaktorische Areale (OFC = orbitofrontaler Cortex, Hippocampus, ventrale Striatum und Pallidum, Teile des Hypothalamus, Thalamus, Gyrus cinguli und der Inselcortex (Albrecht und Wiesmann 2006)) und in weitere Hirnregionen, wie z.B. in das Limbische System, weitergegeben werden. Die Projektionen zu und innerhalb der tertiären olfaktorischen Gebiete bilden ein komplexes Netzwerk, welches wiederum die Voraussetzung für die durch Duftstoffe hervorgerufenen Einflüsse auf Erinnerungen, Emotionen und Verhalten ist. Die Besonderheit der olfaktorischen Modalität im Vergleich zu anderen Sinnesmodalitäten liegt darin, dass es Projektionsbahnen gibt, die auch ohne Umschaltung im Thalamus in das Limbische System und in den Cortex ziehen. Daraus folgt, dass Gerüche auch ohne Bewusstsein verarbeitet werden können (Albrecht und Wiesmann 2006). Brand und Jacquot (2007) stellten in ihrer Übersichtsarbeit dar, dass es zum einen nur sehr wenige Arbeiten gibt, die sich mit den geschlechtsbezogenen anatomischen Unterschieden des olfaktorischen Systems befasst haben und es zum anderen gegenwärtig keinen Anhalt dafür gibt, dass neuroanatomische Unterschiede die unterschiedlichen Geruchsempfindungen bedingen.

Djordjevic et al. (2005) konnten in ihrer PET- Studie erstmals Aktivität in olfaktorischen Hirngebieten nachweisen, die durch imaginierte Gerüche hervorgerufen wurden. Die erhöhte Aktivität ließ sich im linken piriformen Cortex und angrenzenden Gebieten, sowie im linken OFC und bilateral in Inselgebieten durch Geruchsimagination erzeugen.

Savic und Burglund (2004) konnten in ihrer PET- Studie aufzeigen, dass schon das passive Wahrnehmen von Gerüchen, die in drei Kategorien (bekannte Gerüche, unbekannte Gerüche und geruchlose Luft als Kontrollbedingung) eingeteilt wurden, je nach Zugehörigkeit (bekannter Geruch- unbekannter Geruch) unterschiedliche Hirngebiete aktiviert werden konnten. Sie interpretierten die Aktivierung unterschiedlicher Hirngebiete als das „In-Gang-setzen“ unterschiedlicher semantischer Kreisläufe. Im Gegensatz zu geruchsloser Luft wurden durch bekannte und unbekannte Düfte die Amygdala, der piriforme Cortex und Teile des anterioren cingulären Cortex aktiviert. Zusätzlich konnten die bekannte Gerüche noch eine gesteigerte Hirnaktivität im linken frontalen Cortex (BA 44,45,47), im linken parietalen Cortex einschließlich des Precuneus und im rechten Parahippocampus erzeugen. Dies zeigte, dass Gerüche schon durch passives Wahrnehmen semantisch eingeteilt werden und je nach semantischer Kategorie verarbeitet werden.

Brand und Jacqout (2007) betrachteten die Sensibilität, die hedonische Valenz, die Diskrimination/ Identifikation und das Gedächtnis als verschiedene Gebiete innerhalb der Geruchsmodalität, die einzeln zu analysieren sind um einen Unterschied zwischen den Geschlechtern festzustellen. Der interindividuelle Unterschied in der Wahrnehmung von Düften ist schon allein dadurch bedingt, dass auch die Ausstattung mit den OR-Genen (=olfaktorische Rezeptor- Gene) interindividuell sehr variiert (Albrecht und Wiesmann 2006). Auch die Angaben in der Literatur sind sehr unterschiedlich in Bezug auf die Wahrnehmung von Gerüchen. Olofsson und Nordin (2004) konnten aufzeigen, dass Frauen auf nasale chemosensorische Stimuli (3 unterschiedlich verdünnte Pyridin-Lösungen 13%, 15% und 19%) größere Amplituden der P2/3 (P2/3 wurde als größte positive Komponente nach der N1 definiert und lag je nach Bedingung zwischen 500 und 550ms) aufwiesen. Zusätzlich gaben sie bei den Bewertungen der chemosensorischen Stimuli die höheren Intensitätswerte und ein stärkeres Missfallen der Stimuli an.

1.4.3.2. Geschlecht und Geschmack

Die Wahrnehmung des Geschmacks geschieht durch Rezeptoren, die auf der Zunge liegen, und die Hirnnerven VII, IX und X. Die Geschmacksimpulse werden in die Kerne des Tractus solitarii im Hirnstamm weitergeleitet. Über die ipsilateralen Nucl. Parabrachialis der Formatio reticularis gelangen die Geschmacksinformationen in den kontralateralen Nucl. Ventralis posterior des Thalamus (Trepel 2004). Von dort werden

die Impulse schließlich in den primären gustatorischen Cortex, die Inselrinde und die Rinde des angrenzenden frontalen Operculums, weitergeleitet. Die Geschmacksinformationen gelangen darauffolgend in den OFC (= orbitofrontaler Cortex), welcher dem sekundären Geschmackskortex entspricht. Dort reagieren die Neurone auf spezifische Geschmacksrichtungen wie z.B. Süße. Rolls (2005) erklärte durch diese Geschmacksspezifität, dass eine Geschmacksrichtung abgesättigt werden kann, Lebensmittel einer anderen Geschmacksrichtung aber noch mit Appetit weitergegessen werden können. Die Motivation zu essen, bzw. nicht mehr zu essen, also die Entwicklung eines Sättigungsgefühles entsteht dabei erst auf der Ebene des sekundären Geschmackskortex, dem OFC. Demgegenüber werden die sensorischen Qualitäten des Geschmacks schon auf früheren Ebenen wahrgenommen. Rolls (2005) betonte in seiner Arbeit die getrennte Verarbeitung von der Identität, bzw. Intensität des Geschmacks und dem Gefallen, bzw. der Motivation, die mit dem Essen zusammenhängt, als ein wichtiges Prinzip in der Geschmacksverarbeitung.

Mojet et al. (2003) konnten in ihrer Studie über die Unterschiede des Geschmacksempfindens zwischen jungen und älteren Probanden aufzeigen, dass es generelle Haupteffekte des Alters auf das Intensitätsempfinden gab, aber keine generellen Haupteffekte des Geschlechts auf das Geschmacksempfinden. Bei Analyse der einzelnen Geschmackskomponenten konnten aber dennoch Unterschiede für den chemischen Süßstoff Aspartam und den Bitterstoff Chinin gefunden werden. Dabei empfanden die Frauen Aspartam signifikant stärker, dagegen wurde Chinin von den Männern als signifikant stärker empfunden.

1.4.3.3. Geschlecht und Mundgefühl

In einer Ereignis- korrelierten fMRI- Studie konnten Araujo und Rolls (2004) darstellen, dass die Viskosität zum einen im primären Geschmackskortex in der anterioren Insel und zum anderen Gebiete in der mittleren Inselregion aktivierten. Dabei lag das Gebiet der mittleren Inselregion hinter dem primären Geschmackskortex.

Des Weiteren konnten die Autoren aufzeigen, dass durch das orale Zufügen von Pflanzenöl ebenfalls die ant. und mittlere Inselregion aktiviert wurde, aber zusätzlich noch der Hypothalamus und der dorsale midanteriore cingulare Cortex (BA24 und BA32).

Die protopathische und epikritische Sensibilität des Mundbereichs wird über den V. Hirnnerven (V2 und V3) jeweils zum ipsilateralen Nucl. Spinalis n. trigemini, bzw. zum

ispilateralen Nucl. Principalis n. trigemini und schließlich über den kontralateralen ventralen posterioren Thalamus zum primären somatosensiblen Kortex, dem Gyrus postcentralis, weitergeleitet (Trepel 2004).

Auch die protopathische Sensibilität spielt eine Rolle in der Wahrnehmung von Lebensmitteln. Unter protopathischer Sensibilität versteht man die Wahrnehmung von Schmerz- und Temperaturreizen. So verändern sich verschiedene Geschmackskomponenten mit der Temperatur. Dabei ist allerdings auch nicht auszuschließen, dass der Geruch dabei wieder eine Rolle spielt, da bei veränderter Temperatur, die Geschmackskomponenten in einem anderen Aggregationszustand vorliegen und bei gasförmigen Komponenten leicht die olfaktorischen Rezeptorzellen in der Nase erreicht werden können. Dennoch kann man sich leicht vorstellen, wie sich das Mundgefühl bei einer kalten Bratensoße im Vergleich zu einer warmen ändert. Ein anderes Beispiel für die Wichtigkeit der richtigen Temperatur ist die Weindegustierung. Egal ob Rot- oder Weißwein, für die meisten Weine gibt es eine optimale und empfohlene Trinktemperatur.

Bei der epikritischen Sensibilität handelt es sich um die Feinwahrnehmung räumlich eng benachbarte Reize, welche jeweils separat wahrgenommen werden können. Gerade im Mundbereich spielt die Wahrnehmung der Berührungsreize durch Lebensmittel eine wichtige Rolle.

Rolls (2010) konnte in seiner Übersicht aufzeigen, dass die affektive Bewertung und emotionale Erfahrungen von somatosensorischen Stimuli wie Berührung und Temperatur im OFC und im pregenualen Cingulum stattfinden, wohingegen die Intensität im primären somatosensorischen Cortex verarbeitet wird.

1.4.3.4. Geschlecht und visuelle Sensibilität

Die in der Netzhaut liegenden Zapfen und Stäbchen werden als spezifische Sinneszellen des visuellen Systems bezeichnet. Sie sind die ersten Nervenzellen und leiten die Erregung auf die Bipolarzellen um, welche die Erregung schließlich auf die Ganglienzellen weiterleiten. Die Axone der Ganglienzellen bilden den Sehnerv. Am Chiasma opticum vereinigen sich Teile des linken und rechten Sehnervs. Das erfolgt indem jeweils die medialen Fasern der beiden Sehnerven auf die Gegenseite ziehen. Ab dem Chiasma opticum wird der Sehnerv als Tractus opticus bezeichnet und endet schließlich im Corpus geniculatum laterale des Thalamus. Dort repräsentiert sich jeweils die gegenüberliegende Seite des Gesichtsfeldes (Eysel 2011). Vor Eintritt des

Tractus opticus in das Corpus geniculatum laterale zweigen allerdings noch Bahnen zum Hypothalamus (zirkadiane Rhythmik, Schlaf- Wach- Rhythmus), zur Area pretectalis (Blickmotorik, Pupillenweite) und zum Colliculi superiores des Mittelhirns (reflektorische Blickmotorik) ab (Eysel 2011). Vom Thalamus gelangen die visuellen Impulse dann in den primären visuellen Cortex V1 (BA17) im Okzipitallappen. Dort erfolgt das Bewusstwerden der visuellen Information, allerdings noch keine Interpretation, bzw. erkennende Zuordnung des Gesehenen. Farbe, Konturen, Kontrast und Bewegungen der Reizmuster werden in der primären Sehrinde durch die Aktivität unterschiedlicher Neuronensysteme repräsentiert (Eysel 2011). Von der primären Sehrinde werden die Informationen an den benachbart liegenden höheren visuellen okzipitalen Regionen (V2- V4) weitergeleitet, in welchen nun das erkennende Zuordnen der visuellen Information erfolgt. Diese Regionen verarbeiten Kontrast-, Farb- und Formmerkmale der visuellen Muster auf unterschiedliche Weise. So scheint im visuellen Cortex V2 u.a. die visuelle Gestalterkennung zu erfolgen, im visuellen Cortex V3 bewegte Konturen und Tiefeninformationen verarbeitet zu werden und im visuellen Cortex V4 die Wahrnehmung von Oberflächenfarben und Objekterkennung mithilfe von Farbkontrasten stattzufinden (Eysel 2011). Anschließend werden die Signale an die höheren Integrations- und Assoziationsregionen des Parietal- und Temporallappens weitergeleitet, in welchen spezifische Aufgaben der visuellen Wahrnehmung erfolgen, wie z.B. Bewegungssensitive Areale (V5/MT+/hOc5), Objekterkennung (okzipitotemporales Übergangsgebiet und inferiorer Temporallappen), Gesichtserkennung (inferiorer Temporallappen), Zuordnung abstrakter visueller Zeichen beim Lesen (Gyrus angularis) usw. (Eysel 2011).

Amunts et al. (2007) konnten in ihrer post mortem- Studie darstellen, dass zum einen die visuellen Cortexgebiete BA17, BA 18 und die Bewegungssensitiven Gebiete V5/MT+ (=hOc5) global gesehen bei Männern größer sind. Zum anderen konnten sie eine bilateral symmetrische Anordnung bei den Frauen nachweisen, bei Männern bestand eine Symmetrie nur bezogen auf BA17 und BA18. Der männliche rechtsseitige hOc5 war signifikant größer als der linke.

Basso und Lowery (2004), wie auch Herlitz et al. (1997) konnten zeigen, dass Männer in Bezug auf das 3D- Sehen besser abschneiden konnten als Frauen. Auch in der Metaanalyse von Voyer et al. (1995) über 286 Studien konnte ein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern dargestellt werden. Dabei waren die Fähigkeiten in Bezug auf das räumliche Sehen der Männer besser als die der Frauen.

Linn und Peterson (1985) unterteilten in ihrer Arbeit das räumliche Sehen in drei Hauptbereiche: die räumliche Wahrnehmung, die räumliche Visualisierung und die mentale Rotation. Die größten Geschlechtsunterschiede sahen die Autoren in ihrer Metaanalyse vor allem im Bereich der mentalen Rotation. Dort zeigte sich eine Dominanz seitens der Männer. Hausmann (2007) betrachtete als einen Grund für den Leistungsunterschied bei mentalen Rotationstests die unterschiedlichen geschlechtsspezifischen Lösungsstrategien. Mussten die Probanden nur zwei Objekte miteinander vergleichen, so zeigten sich keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Wurden jedoch mehrere Objekte mit einem Ursprungsobjekt zum Vergleich angeboten, so waren die Männer wieder überlegen, da sie wenn sie das richtige Zielobjekt gefunden hatten, sofort ohne Gegenprobe zur nächsten Aufgabe gingen, wohingegen die Frauen alle möglichen Objekte mit dem Ursprungsobjekt verglichen, auch wenn sie das Zielobjekt schon gefunden hatten. Jausovec und Jausovec (2009) interpretierten die unterschiedliche Benützung der Hemisphären bei den Geschlechtern als einen weiteren Beweis für die männliche Dominanz in Bezug auf das räumliche Sehen. Während Frauen beide Hemisphären aktivierten, zeigten Männer eine asymmetrische Aktivierung. Die Autoren betrachteten dies als einen Beweis für die bessere Informationsverarbeitung bezüglich des visuellen Sehens, da Männern die Aktivierung einer Hemisphäre genüge.

Auch Meyers- Levy und Maheswaran (1991) zeigten, dass Männer und Frauen unterschiedliche Strategien benutzen um Dinge wahrzunehmen. Dabei sprachen sie den Frauen eine eher „detaillierte“ Strategie zu, den Männern dagegen eher eine auf das „Schema basierende“ Strategie. Jausovec und Jausovec (2009) konnten in ihrer Studie aufzeigen, dass Frauen die kürzeren Reaktionszeiten benötigten um visuelle Aufgaben zu lösen. Dabei war der Geschlechtsunterschied für die verbale visuelle Aufgabe größer als für die Aufgabe mit visuellen Figuren.

1.4.4. Geschlechtsspezifische Reaktionen auf Lebensmittelstimuli

In einer fMRI- Studie konnten Uher et al. (2006) nachweisen, dass Frauen im Gegensatz zu Männern beim Verarbeiten von Bildern von Lebensmitteln stärkere Aktivität im fusiformen Gyrus beider Hemisphären zeigten. Auch beim Verarbeiten von gustatorischen Stimuli erreichten sie stärkere Aktivitäten in der linken ant. Insula und im linken frontalen Operculum, sowie beidseits im Präfrontalen Cortex. Bei Männern konnte bei diesem Versuch keine signifikant stärkere Hirnaktivität im Vergleich zu der

Hirnaktivität der Frauen nachgewiesen werden. Olofsson und Nordin (2004) konnten in ihrer CSERP (Chemosensory event-related potential)- Studie darstellen, dass bei den Frauen im Vergleich zu Männern einerseits mehr frühe Komponenten (P1, N1) eindeutig identifiziert werden konnten und andererseits bei Frauen größere Amplituden bei den späten positiven Komponenten (P2/P3) festgestellt werden konnten.

Wang et al. (2009) konnten in ihrer PET- Studie mit Probanden, die 17- 19 Stunden gefastet hatten und anschließend für drei Bedingungen (1. ohne Lebensmittelstimuli, 2. mit Lebensmittelstimuli, 3. mit Lebensmittelstimuli und der Aufgabe das Hungergefühl zu unterdrücken) gescannt wurden, darstellen, dass zum einen Frauen auf die Lebensmittelstimuli ohne die Aufgabe der kognitiven Unterdrückung des Hungergefühls eine stärkere Aktivität im rechten anterioren frontalen Cortex (BA 10), im linken anterioren cingulären Cortex (BA 9) und im linken OFC (BA 11) hatten. Männer konnten durch kognitive Unterdrückung des Hungergefühls die Aktivität in der Amygdala, dem Hippocampus, der Insel, dem OFC und im Striatum signifikant senken – Frauen dagegen nicht.

1.4.5. Geschlecht und kognitive Fähigkeiten

Vorurteile über kognitive Geschlechtsunterschiede sind in aller Munde: „Männer, die nicht zuhören, Frauen, die nicht einparken, Männer, die nicht mehrere Sachen auf einmal machen und Frauen, die links und rechts nicht auseinanderhalten können.“ Diese Vorurteile sind zwar weitverbreitet, wissenschaftlich aber nicht begründet.

Halpern (2004) zeigte in ihrer Überblicksarbeit, dass Frauen besser in der Schule abschneiden, höhere Punktzahlen bei zu schreibenden Arbeiten und in Arbeiten erreichen, die ihnen Wissen abverlangen, welches ihnen vorher im Unterricht vermittelt wurde, dass sie mittlerweile die Mehrheit der Hochschulabschlüsse erreichen und immer mehr Frauen auch Karriere in traditionellen Männerberufen machen. Im Gegensatz dazu erreichten Männer die besseren Noten in mathematischen Arbeiten und Arbeiten, die auch Dinge erfragten, die nicht im Lehrplan standen. Des Weiteren haben sie einen großen Vorteil im räumlichen Sehen und mehr Wissen in den Bereichen Geographie und Politik.

Hausmann (2007) betrachtete in seiner Arbeit vor allem die fünf Bereiche um die kognitiven Geschlechtsunterschiede darzustellen: Raumkognition, sprachliche Kognition, Wahrnehmungsgeschwindigkeit, motorische Fertigkeiten und mathematische Fähigkeiten.

Das Schreiben, Dinge aus dem Langzeitgedächtnis wiederabrufen und sprachliches Ausdrucksvermögen zählte Halpern (2004) zu den Vorteilen der Frauen. Auch Herlitz et al. (1997) und Maitland et al. (2004) konnten in ihren Studie darstellen, dass Frauen die Männer in der verbalen Flüssigkeit übertrafen. Als Mathuranath et al. (2003) in ihrer Studie das Bildungslevel und das Alter mit analysierten konnten keine Geschlechtsunterschiede für die Wortflüssigkeit mehr festgestellt werden. Jausovec und Jausovec (2009) interpretierten die Ergebnisse ihrer ERP- Studie als ein Zeichen dafür, dass Frauen bei Sprachverarbeitungsprozessen eine effizientere Strategie benützen als Männer.

Ein weiterer Aspekt, welcher in Geschlechtsdifferenzen immer wieder betrachtet wird, ist die Emotionalität und das Wahrnehmen von Emotionen. In einigen Studien konnte ein Geschlechtsunterschied bezogen auf die Emotionalität, bzw. die Empathie zwischen Männern und Frauen dargestellt werden. McClure (2000) konnte in seiner Review aufzeigen, dass die Frauen, vom Kindes- bis zum Erwachsenenalter, den Männern bezogen auf das Erkennen und Wahrnehmen von unterschiedlichen Gesichtsausdrücken überlegen sind.

Schulte- Rüther et al. (2008) konnten zum einen darstellen, dass Frauen und Männer unterschiedliche Strategien benützen um mit bestimmten eigenen Emotionen auf menschliche Gesichtsausdrücke, welche unterschiedliche Emotionen widerspiegeln, zu reagieren. Zum anderen zeigten sie, dass Frauen während empathischer „Gesicht- zu- Gesicht- Interaktionen“ in einem höheren Maß Hirnregionen aktivieren, die Spiegelneurone enthalten. Unter Spiegelneuronen versteht man Nervenzellen, welche bei bestimmten Handlungen (z.B. Gestik, Mimik, Emotionen, Handlungsabläufe,...) aktiviert werden- entweder wenn man diese Handlungen selbst ausführt oder sie von einer beobachteten Person ausgeführt werden. Dies interpretierten die Autoren als eine Ursache für die leichtere emotionale „Ansteckungsfähigkeit“ der Frauen.

In der Sprache können Emotionen zum einen durch die gewählten Worte, zum anderen durch die benützte Tonlage, bzw. Betonung ausgedrückt werden. In den meisten Fällen stimmen Wort und Tonlage überein, sie sind kongruent. Beispiele für die Inkongruenz, bzw. das Nichtübereinstimmen von Wort und Tonlage sind Sarkasmus und Ironie. Schirmer und Kotz (2003) konnten in ihrer ERP- Studie, in welcher die Probanden kongruente und inkongruente ausgesprochene Worte bewerten sollten, belegen, dass Frauen mehr Schwierigkeiten dabei haben die Wertigkeit („fröhlich“, „neutral“, „böse“) eines Wortes zu bestimmen ohne sich dabei von der Aussprechweise

beeinflussen zu lassen. Auch wenn die Probanden dazu angehalten wurden sich nur auf den Gehalt des Wortes zu konzentrieren, so zeigten Frauen im Vergleich zu Männern bei emotional inkongruenter Aussprechweise eine stärkere N400- Amplitude. Die emotional semantische Inkongruenz löste bei den Frauen eine stärkere Hirnaktivität aus. Diese Inkongruenz wurde somit von den Frauen als störender empfunden, bzw. als stärker unpassend im Vergleich zu den Männern. Schirmer et al. (2004) konnten in ihrer fMRI- Studie darstellen, dass sich für Frauen für emotional inkongruente Bedingungen eine signifikant stärkere Aktivierung im linken inferioren frontalen Gyrus (BA 45/44) ergab. Die Autoren interpretierten dies als einen Beweis dafür, dass das semantische Verarbeiten bei Frauen stärker durch emotionale Prosodie (= Intonation, Akzent, Quantität und Sprechpausen des Ausgesprochenen) beeinflussbar ist als bei den Männern.

1.5. Ziele der Arbeit

In dieser Doktorarbeit gab es mehrere Ziele. Zum einen sollte untersucht werden, ob es neben den von Osgood postulierten Dimensionen **E**, **P** und **A** noch weitere Dimensionen gibt, die hier im Speziellen Sinnesmodalitäten repräsentieren sollten. Anhand einer Vorstudie (N=25) sollte die Fragebögen geprüft, die Dimensionen bestimmt und die Fragebögen der Hauptstudie erstellt werden.

Ein weiteres Ziel der Doktorarbeit war mittels Faktorenanalyse der Fragebögen der Hauptstudie die letztendlichen Dimensionen, bzw. Faktoren, zu bestimmen, welche als Basis für die sich anschließende EEG- Studie dienen sollte. Des Weiteren sollten eindeutige Lebensmittel- Wortreize für das EEG- Experiment gefunden werden. Zudem sollten die Ergebnisse der Fragebogenstudie auf Unterschiede in Bezug auf das Bewerten der Lebensmittel hinsichtlich der Essenseinstellung (Vegetarier- Nicht-Vegetarier), des Alters und des Geschlechts untersucht werden.

Die letztendlich durchgeführte EEG- Studie sollte dazu dienen, Unterschiede bei der Verarbeitung der unterschiedlichen Dimensionen, bzw. Faktoren, und deren Polarität aufzuzeigen. Im Speziellen ging diese Doktorarbeit dabei auf die Geschlechtsunterschiede ein. Die EEG- Ergebnisse sollten hinsichtlich dreier Bereiche untersucht werden. Erstens sollten Unterschiede innerhalb der Latenz dargestellt werden. Dadurch ließen sich Unterschiede in der neuronalen Verarbeitungszeit unterschiedlicher Reize darstellen. Zweitens sollte die Feldstärke (=GFP, siehe 3.1.6.) auf Ungleichheiten untersucht werden. Dabei würden sich Unterschiede hinsichtlich der

synchronen neuronalen Aktivierung von Neuronen- Populationen durch die Verarbeitung der unterschiedlichen Reize darstellen lassen. Drittens sollte die Topographie untersucht werden um Rückschlüsse auf die aktivierten Neuronengruppen, bzw. Hirnareale ziehen zu können. Insbesondere sollte dabei auf Lateralisierungseffekte bei den Geschlechtern geachtet werden.

2. Fragebogen- Studie

2.1. Fragebogen- Studie im Verfahren des Semantischen Differentials

Mithilfe eines Fragebogens wurden die affektiven Wortbedeutungen von Lebensmitteln untersucht. Es wurde das Verfahren des Semantischen Differentials angewandt. Dabei werden Faktoren, bzw. Dimensionen gesucht, mit denen alle Lebensmittel konnotativ beschrieben werden können.

Wie bereits unter 1.1. erwähnt, wurden den Studienteilnehmern bei dieser Technik zur Erkundung der Wortbedeutungen keine direkten Fragen wie „Welche Bedeutung hat für Sie das Wort...“ gestellt. Vielmehr sollten die Studienteilnehmer anhand von Tabellen mit Gegensatzpaaren, wie z.B. „schön- hässlich“, innerhalb einer sieben stufigen Skala Lebensmittel bewerten. Ein Kreuz am Rand der Skala bedeutete, dass die jeweilige Eigenschaft voll und ganz auf das Lebensmittel zutrifft, dagegen bedeutete ein Kreuz in der Mitte der sieben stufigen Skala, dass weder die eine noch die andere Eigenschaft des Gegensatzpaares zu dem Lebensmittel passte (siehe Tab. 2).

Durch die Analyse der ausgefüllten Bewertungstabellen konnte gezeigt werden, dass sich einzelne Gegensatzpaare im Ankreuzverhalten ähneln. Man versuchte nun durch Faktorenanalyse herauszufinden, welche Gegensatzpaare sich am meisten ähneln und durch einen Faktor „repräsentiert“ werden können. Dabei war es das Ziel, so wenige Faktoren wie möglich zu finden, aber dennoch alle Gegensatzpaare zu repräsentieren. Durch Interpretation der Gegensatzpaare, die zu einem Faktor gehören, konnte man nun die Bedeutungsdimension dieses Faktors erkennen.

Idealerweise würde ein Gegensatzpaar ausreichen um den jeweiligen Faktor in den Bewertungstabellen des Fragebogens zu repräsentieren. Da es in der Regel aber dieses „ideale“ Gegensatzpaar nicht gibt, versucht man mit mehreren Gegensatzpaaren den Faktor so gut wie möglich darzustellen. Nach Osgood (1957) werden jeweils drei Gegensatzpaare pro Faktor empfohlen. Der Versuchsleiter hat eine Vorstellung von der Bedeutungsdimension der zu untersuchenden Faktoren und wählt dementsprechend die Gegensatzpaare für die Bewertungstabellen. Im Rahmen dieser Fragebogen- Studie sollte untersucht werden, ob es neben den Osgood'schen Faktoren noch zusätzliche Faktoren für das visuelle Wahrnehmen, das olfaktorische Wahrnehmen, das Texturerlebnis und Geschmacksempfinden gibt. Deshalb wurden aus diesem Bereich gezielt Gegensatzpaare ausgewählt und mit in die Bewertungstabellen aufgenommen. In einer Vorstudie sollte nun die Tauglichkeit dieser ausgewählten Gegensatzpaare untersucht werden.

2.2. Vorstudie

2.2.1. Methoden der Vorstudie

Im Rahmen einer Vorstudie wurde zunächst ein Testfragebogen, in dem 30 Lebensmittelworte anhand von 21 adjektivischen Gegensatzpaaren bewertet werden sollten, an 25 Versuchspersonen im Alter zwischen 19 und 30 Jahren verteilt. Dabei mussten die Versuchsteilnehmer die Lebensmittel anhand von siebenstufigen Ratingtabellen zu den jeweiligen Gegensatzpaaren zuordnen. Ein Beispiel für eine Ratingtabelle finden sie im Anhang unter Tab. T1. Für die *Evaluationsdimension E* wurden die Gegensatzpaare „schön- hässlich“, „angenehm- unangenehm“ und „freundlich- unfreundlich“ aufgeführt, für die *Potentitätsdimension P* „leicht- schwer“, „groß- klein“ und „schwach- stark“ und für die *Aktivitätsdimension A* „geräuschvoll- still“, „träge- lebhaft“ und „bewegt- ruhig“. Da in unserer Absicht lag weitere Dimensionen der Sinneswahrnehmung zu untersuchen, wählten wir für eine mögliche *Texturdimension T* die Adjektivpaare „knackig- labberig“, „spröde- glitschig“, „steif- elastisch“ und „glatt- rau“, für eine *Dimension des visuellen Wahrnehmens* „hell- dunkel“, „glänzend- matt“, „bunt- einfarbig“ und „warmfarbig- kaltfarbig“, sowie für eine mögliche *Dimension des olfaktorischen Wahrnehmens* die Adjektivpaare „frisch- vermodert“, „lieblich- herb“, „mild- würzig“ und „duftend- stechend“. Für die neuen Dimensionen wurden im Testfragebogen jeweils vier Gegensatzpaare zur Bewertung gestellt, damit für den endgültigen Fragebogen die Adjektive verwendet werden konnten, die am geeignetsten waren.

Von der Analyse wurde Versuchsperson 16 (VP16T) ausgeschlossen, da sie überdurchschnittlich oft „weder- noch“ angekreuzt hatte (entsprechend dem mittleren Kreuz innerhalb der siebenstufigen Ratingskala). Sie lag dabei außerhalb des 95%-Konfidenzintervalls. Mittels der Programme Microsoft Excel und SSPS wurden die Ergebnisse des Testfragebogens analysiert und einer Faktorenanalyse unterzogen.

2.2.2. Ergebnisse der Vorstudie

Bei der Analyse des Testfragebogens wurde nach Faktoren für die Gegensatzpaare gesucht, die sich durch das Ankreuzverhalten der Testpersonen berechnen ließen. Es zeigten sich sieben Faktoren, denen die 21 Adjektivpaare zugeordnet werden konnten. In wie weit ein Gegensatzpaar mit einem Faktor korreliert, wurde durch die

Faktorladung angegeben. Faktorladungen befinden sich dabei in einem Intervall von -1 bis $+1$. Je näher die Faktorladung bei -1 , bzw. $+1$ ist, desto größer ist die negative, bzw. positive Korrelation des Gegensatzpaares mit dem Faktor. Nähert sich die Faktorladung gegen 0 , so haben das Gegensatzpaar und der Faktor keine Relation.

Nun wurde jedes Gegensatzpaar demjenigen Faktor zugeteilt, zu dem es die höchste Faktorladung (mind. $>|0,45|$) aufweisen konnte. Faktor 1 wurden die Gegensatzpaare „schön- hässlich“, „frisch- vermodert“, „angenehm- unangenehm“, „freundlich- unfreundlich“ und „duftend- stechend“ zugeordnet. Zu Faktor 2 zeigten „geräuschvoll- still“, „steif- elastisch“, „knackig- labberig“ und „spröde- glitschig“ jeweils die höchste Faktorladung. Die beiden Gegensatzpaare „bewegt- ruhig“ und „lebhaft- träge“ konnten Faktor 3 zugeordnet werden, Faktor 4 die beiden Adjektivpaare „bunt- einfarbig“ und „warmfarbig- kaltfarbig“. Zu Faktor 5 zeigten „lieblich- herb“, „mild- würzig“ und „schwach- stark“ die höchste Faktorladung, zu Faktor 6 „matt- glänzend“, „spröde- glitschig“, „glatt- rau“ und „hell- dunkel“. Die Gegensatzpaare „leicht- schwer“ und „klein- groß“ wurden Faktor 7 zugeteilt. Eine genaue Tabelle über die jeweiligen Faktorladungen der Adjektivpaare finden sie im Anhang unter Tab. T2.

Tab. 1: Ergebnis der Faktorenanalyse des Testfragebogens: sieben Faktoren, deren Bedeutungsdimension und die jeweils zugeteilten Gegensatzpaare.

Faktor 1 = Evaluation	Faktor 2 = Mundgefühl (mouth feel)	Faktor 3 = Aktivität	Faktor 4 = Farbigkeit	Faktor 5 = Geruchs- erlebnis	Faktor 6 = Visuelle Textur	Faktor 7 = Stärke
Schön - Hässlich	Geräuschvoll - Still	Bewegt - Ruhig	Bunt - Einfarbig	Lieblich - Herb	Matt - Glänzend	Leicht - Schwer
Frisch - Vermodert	Steif - Elastisch	Lebhaft - Träge	Warmfarbig - Kaltfarbig	Mild - Würzig	Spröde - Glitschig	Klein - Gross
Angenehm - Unangenehm	Knackig - Labberig			Schwach - Stark	Glatt - Rau	
Freundlich - Unfreundlich	Spröde - Glitschig				Hell - Dunkel	
Duftend - Stechend						

2.2.3. Interpretation der Ergebnisse der Vorstudie

Anhand der zugeteilten Adjektivpaare (siehe Tab. 1) ließen sich Tendenzen für die Dimension eines jeden Faktors erkennen. Es konnten die drei Osgood'schen Faktoren **E**, **P** und **A** wiedererkannt werden. In unserem Testfragebogen entsprachen sie Faktor 1(**E**), Faktor 7(**P**) und Faktor 3(**A**).

Betrachtet man die Gegensatzpaare, die Faktor 1 zugeteilt wurden, so lässt sich schnell erkennen, dass sie allesamt eine bewertende Komponente beinhalten. Auf der einen Seite stellen diese Gegensatzpaare mit Worten wie „schön“, „frisch“, „angenehm“, „freundlich“ und „duftend“ Eigenschaften dar, die man als gut und positiv empfindet. Auf der anderen Seite sind die Eigenschaftswörter „hässlich“, „vermodert“, „unangenehm“, „unfreundlich“ und „stechend“ allesamt negativ behaftet. Indem man ein Lebensmittel durch diese Gegensatzpaare bewertet, gibt man schnell preis, ob man es mag oder nicht. So lässt sich Faktor 1 eindeutig als **Evaluationsfaktor** identifizieren.

Die adjektivischen Gegensatzpaare, die Faktor 2 zugeordnet werden konnten, spiegeln das Wahrnehmen der Lebensmittel während des Essensvorgangs wieder. Die taktile Sensibilität der Finger, der Schleimhäute und der Zunge können darüber entscheiden, ob ein Lebensmittel sich eher spröde oder glitschig anfühlt, wobei die Finger den ersten Eindruck beim Hinführen des Lebensmittels zum Mund geben können und Schleimhäute und Zunge für die Empfindung des Lebensmittels im Mund zuständig sind. Des Weiteren wurden Adjektivpaare, die eine Aussage über die Konsistenz der Lebensmittel machen können, Faktor 2 zugeordnet. So kann ebenfalls beim Essensvorgang herausgefunden werden, ob ein Lebensmittel eher „steif oder elastisch“ ist oder sich „knackig oder labberig“ anfühlt. Dabei spielt u.a. das Ausmaß an Kraft eine Rolle, die von den Zähnen aufgewendet werden muss um das Lebensmittel zu kauen. Auch das Gegensatzpaar „geräuschvoll- still“ war sehr stimmig zu Faktor 2. Ein Lebensmittel, das vom Menschen nicht bewegt wird, gibt in der Regel keine Geräusche von sich. Wird es allerdings vom Menschen bewegt oder verändert, lassen sich Angaben über die „Lautstärke“ eines Lebensmittels machen. Besonders beim Hineinbeißen in ein Lebensmittel entstehen Geräusche, die wiederum vom Menschen gewertet werden können. Faktor 2 beansprucht somit nicht nur eine Sinnesmodalität. Vielmehr gibt er Informationen über das **Mundgefühl**, die sich während des Essensvorganges über die Lebensmittel sammeln lassen, vor allem durch akustische und taktile Wahrnehmungen.

Faktor 3 wurden die Gegensatzpaare „bewegt- ruhig“ und „lebhaft- träge“ zugeteilt. Diese Paare zeigen, wie aktiv und lebendig ein Lebensmittel ist. Mit diesem **Aktivitätsfaktor** konnte einer der Osgood'schen Faktoren gefunden werden.

Ausgehend von den zugeordneten Adjektivpaaren, ließ sich annehmen, dass Faktor 4 eine Aussage über die **Farbigkeit** von Lebensmittel machen kann. So beurteilt man zum einen durch das Gegensatzpaar „einfarbig- bunt“ die Quantität der Farbigkeit, zum anderen durch das Gegensatzpaar „warmfarbig- kaltfarbig“ die Qualität.

Durch die Adjektive, die Faktor 5 zugeordnet wurden, „lieblich- herb“, „mild- würzig“ und „schwach- stark“, lässt sich annehmen, dass Faktor 5 eine **olfaktorische Dimension** darstellt. Es handelt sich bei den Adjektiven um Worte, mit denen sich ein Geruchserlebnis gut beschreiben lässt.

Faktor 6 zeigt sich als diejenige Dimension, die die **Textur-Wahrnehmung** widerspiegelt. Ihm wurden mit den Adjektiven „matt- glänzend“, „spröde- glitschig“, „glatt- rau“ und „hell- dunkel“ Gegensatzpaare zugeteilt, die Aussagen über die Oberflächenstruktur und die Objektbeschaffenheit treffen.

Mit den Adjektiven „stark- schwach“ und „groß- klein“ lässt sich die **Stärke** oder Potenz einer Sache beschreiben. Auch dieser Faktor war einer der schon in der Einleitung erwähnten, von Osgood beschriebenen Faktoren.

2.2.4. Erkenntnisse durch die Ergebnisse der Vorstudie

Zum einen konnten wir durch die Vorstudie sehen, dass der Fragebogen in dieser Art funktioniert und sich anhand der Gegensatzpaare Dimensionen errechnen lassen, die insbesondere auch Sinnesmodalitäten im Zusammenhang mit Lebensmittel darstellten. Zudem wurden anhand der Ergebnisse des Testfragebogens die geeigneten adjektivischen Gegensatzpaare für den endgültigen Fragebogen ausgesucht. Dabei wurden die Adjektive, die dem Faktor „Aktivität“ und dem Faktor „Stärke“ zugeordnet werden konnten, weggelassen, da sie uns im Bezug auf die Bewertung der Lebensmittel und unserer Fragestellung nicht vordergründig erschienen. Zusätzlich wurde das Gegensatzpaar „spröde- glitschig“ nicht weiter verwendet, weil es nicht eindeutig war und zwei Faktoren (Faktor 2 „Mundgefühl“, Faktorladung = 0,499; Faktor 6 „Textur“ Faktorladung = -0,458) zugeordnet werden konnte. Letztendlich blieben 17 geeignete Gegensatzpaare für die Verwendung im Fragebogen erhalten.

2.3. Methoden der Fragebogen- Studie

Anhand der Ergebnisse der Vorstudie wurden die geeigneten adjektivischen Gegensatzpaare für den endgültigen Fragebogen ausgesucht.

So ergaben sich letztendlich 17 Gegensatzpaare, die in zufällig wechselnder Polarität, sowie in zufälliger Reihenfolge untereinander in den Bewertungstabellen angeordnet wurden. Anhand einer sieben- stufigen Ratingskala sollten damit jeweils die Lebensmittel bewertet werden (siehe Tab. 2).

Tab. 2: Fragebogen: Beispiel einer Ratingtabelle für das zu bewertende Lebensmittel Karotte mit 17 Gegensatzpaaren

Karotte								
schön								hässlich
vermodert								frisch
geräuschvoll								still
steif								elastisch
matt								glänzend
lieblich								herb
labberig								knackig
bunt								einfarbig
angenehm								unangenehm
neblig								klar
würzig								mild
warmfarbig								kaltfarbig
freundlich								unfreundlich
glatt								rau
schwach								stark
duftend								stechend
hell								dunkel

Um ein möglichst großes Kollektiv an zu bewertenden Lebensmittel zu erhalten, wurden 10 verschiedene Fragebögen mit jeweils 20 zu bewertenden Lebensmitteln gebildet. Drei Lebensmittel- Worte wurden doppelt verwendet (allerdings innerhalb verschiedener Fragebögen), so dass insgesamt 197 Lebensmittel evaluiert wurden. Es konnten jeweils 100 der 10 verschiedenen Fragebögen verteilt werden. Auch hier war es uns wichtig, eine möglichst große Anzahl an Versuchspersonen zu befragen, so dass die 1000 Fragebogen an unterschiedliche Teilnehmer gegeben wurden. Das Ausfüllen eines Fragebogens dauerte ca. 10 bis 15 Minuten. Dabei wurden die Studienteilnehmer instruiert, die Kreuze spontan zu setzen und dabei nicht über die Richtigkeit der Kreuze nachzudenken, da es in diesem Fall kein „richtig oder falsch“ gebe.

Auf den Fragebögen sollten die Studienteilnehmer noch Angaben zu Alter, Geschlecht, Händigkeit, Studienfach/ Beruf, Muttersprache und Essenseinstellung (Vegetarier; Nicht- Vegetarier) machen. Dadurch wurde es uns ermöglicht die Fragebogen- Daten auf unterschiedliche Einflussfaktoren, wie z.B. Alter oder Geschlecht, zu untersuchen.

In die Analyse der Fragebögen sind nur Lebensmittel eingeflossen, die zu mindestens 50% bewertet wurden, d.h. neun der 17 Gegensatzpaare mussten angekreuzt sein. Des Weiteren wurden alle Studienteilnehmer, die fünf oder mehr Lebensmittel- Worte nicht gemäß diesem Kriterium ausgefüllt hatten, gänzlich von der Studie ausgeschlossen.

Anschließend wurden die Ergebnisse der Fragebogen- Studie mittels der Programme Microsoft- Excel und SSPS einer Faktorenanalyse unterzogen.

2.4. Bewertungsworte der Fragebogen- Studie

Für die Fragebogenstudie ließen wir 197 Lebensmittel bewerten. Die Lebensmittelworte waren zwischen vier und zehn Buchstaben lang. Aus ernährungsphysiologischer Sicht konnten die Lebensmittel in 15 Klassen eingeteilt werden. Die Lebensmittelklassen, sowie die genaue Einteilung der Lebensmittelworte finden sie im Anhang unter Tab. T3 und T4. Bei der Verteilung der Lebensmittel auf die zehn Fragebogen wurde darauf geachtet, dass sowohl unterschiedlich lange Worte, als auch Lebensmittel unterschiedlicher Klassen für einen Fragebogen verwendet wurden.

2.5. Versuchspersonen der Fragebogen- Studie

Insgesamt wurden 1000 Fragebögen zur Bewertung verteilt, wovon 899 wieder eingesammelt werden konnten. Durch mangelndes Ausfüllen der Fragebogen (s.o. unter 2.3.) wurden 104 Versuchspersonen von der Analyse ausgeschlossen. So konnten insgesamt Daten von 795 Versuchspersonen zur Faktorenanalyse herangezogen werden, davon 666 Frauen und 128 Männer (ein Studienteilnehmer ohne Geschlechtsangabe). Die Altersspanne reichte von 18 bis 54 Jahren, im Mittel betrug das Alter 22,25 Jahre. Unter den Teilnehmern befanden sich 96 Vegetarier und 696 Nicht- Vegetarier, 3 machten keine Angabe zu ihrer Essenseinstellung. Es befanden sich 737 Rechtshänder und 53 Linkshänder unter den Versuchspersonen, eine gab an, beidhändig zu sein und vier machten keine Angaben zur Händigkeit. Als Muttersprache gaben 749 Studienteilnehmer deutsch an, eine deutsch- französisch und 43 nicht- deutsch an (zwei machten keine Angabe zur Muttersprache). Bei den Teilnehmern handelte es sich meist

um Studenten der Ökotrophologie (473) und der Humanmedizin (252). Genaue Auflistungen und Aufteilungen der Versuchspersonen der Fragebogenstudie finden sie im Anhang unter Tab. T5 - T11.

2.6. Ergebnisse der Fragebogen- Studie

2.6.1. Faktorenanalyse

2.6.1.1. Fünf Faktoren

Durch das spezifische Ankreuzverhalten der Studienteilnehmer konnten bei der Faktorenanalyse fünf Faktoren gefunden werden. Für jedes adjektivische Gegensatzpaar wurden fünf Faktorladungen berechnet, die das Maß der Korrelation des Gegensatzpaares zu dem jeweiligen Faktor angeben, wie in Tab. 3 zu sehen ist.

Tab. 3: Ergebnis der Faktorenanalyse: 5 Faktoren, 17 Gegensatzpaare in der linken Spalte, in jeder Zeile die Faktorladungen des Gegensatzpaares zu den jeweiligen fünf Faktoren. Die jeweils höchste |Faktorladung| (>0,50) ist dunkel markiert und zeigt die Zuordnung zum jeweiligen Faktor.

	Faktor 1 =	Faktor 2 =	Faktor 3 =	Faktor 4 =	Faktor 5=
	EVALUATION	MUNDGEFUEHL	TEXTUR	STAERKE	FARBIGKEIT
SCHOEN- HAESSLICH	0,786	0,042	0,167	0,097	0,027
FRISCH- VERMODERT	0,619	0,141	0,364	0,114	-0,138
GERAEUSCHVOLL- STILL	-0,066	0,714	0,002	0,003	0,268
STEIF- ELASTISCH	-0,091	0,733	-0,229	-0,068	-0,086
GLAENZEND- MATT	0,016	-0,099	0,793	0,052	0,154
LIEBLICH- HERB	0,441	-0,063	0,082	0,564	0,242
KNACKIG- LABBERIG	0,188	0,778	0,107	-0,141	-0,125
BUNT- EINFARBIG	0,056	0,060	0,106	-0,020	0,840
ANGENEHM- UNANGENEHM	0,841	0,030	0,076	0,098	0,015
KLAR- NEBLIG	0,200	0,235	0,648	-0,023	-0,061
MILD- WUERZIG	0,140	-0,037	0,091	0,778	-0,073
WARMFARBEN- KALTFARBEN	0,457	-0,048	-0,065	-0,067	0,538
FREUNDLICH- UNFREUNDLICH	0,831	-0,001	0,102	0,097	0,113
GLATT- RAU	0,094	-0,250	0,624	0,121	-0,002
SCHWACH- STARK	-0,091	-0,242	-0,177	0,689	0,023
DUFTEND- STECHEND	0,697	-0,104	-0,059	0,093	0,199
HELL- DUNKEL	0,150	0,057	0,189	0,553	-0,086

Anhand des Betrags dieser Faktorladungen erfolgte die Zuordnung der Gegensatzpaare zu einem der fünf Faktoren. Dafür musste der Betrag der |Faktorladung| mind. >0,50 sein. Im Gegensatz zur Vorstudie (|Faktorladung| >0,45) haben wir uns hier für eine höhere Faktorladung entschieden, um die Relation zwischen Gegensatzpaar und Faktor

noch klarer zu machen. Zwei der drei Osgood'schen Faktoren konnten auch bei unserer Studie dargestellt werden: Faktor 1 konnte als Bewertungsfaktor (= *E*) und Faktor 4 als Stärkefaktor (= *P*) gedeutet werden. Zusätzlich zeigten sich bei unserer Analyse noch drei Faktoren. Anhand derer zugeteilten Adjektivpaare ließen sich Rückschlüsse auf die Bedeutungsdimension des jeweiligen Faktors machen.

Faktor 2 konnten die Gegensatzpaare „geräuschvoll- still“, „steif- elastisch“ und knackig- labberig“ zugeteilt werden. Damit konnte Faktor 2 „**Mundgefühl**“ des Testfragebogens bestätigt werden. Ebenso wie in der Vorstudie wurden diesem Faktor Adjektivpaare zugeteilt, die allesamt akustische und taktile Eindrücke beim Essen von Lebensmitteln beschreiben (siehe 2.2.3.).

Die Gegensatzpaare „glänzend- matt“, „klar- neblig“ und „glatt- rau“ zeigten sich zu Faktor 3 zugehörig. Diese Adjektive liefern Informationen über die Textur, so dass Faktor 3 Aussagekraft über die visuellen Eindrücke der Oberflächenstruktur und auch der Objektbeschaffenheit besitzt. Somit konnte auch Faktor 3, der Faktor 6 „**Textur**“ aus der Vorstudie entspricht, durch die Fragebogen- Studie bestätigt werden.

Schließlich konnten die Gegensatzpaare „bunt- einfarbig“ und „warmfarbig- kaltfarbig“ Faktor 5 zugeteilt werden. Aufgrund dieser Adjektive ließ sich der Rückschluss ziehen, dass Faktor 5 Informationen über die **Farbigkeit** der Lebensmittel geben kann. Auch hier zeigt sich eine Bestätigung der Vorstudien- Ergebnisse (siehe 2.2.2. und 2.2.3.). Die 5 Faktoren stellen das uneingeschränkte Ergebnis der Faktorenanalyse dar.

Durch Kombination der Polarität (+,-) der Faktoren und dem jeweiligen Faktor entstanden 10 Reizklassen. So ergaben sich z.B. für Faktor 1 = **Evaluation** die zwei Reizklassen „*E*+“ und „*E*-“.

Jedes Lebensmittel, das in den Fragebogen bewertet wurde, zeigte einen bestimmten Faktorwert für jeden der fünf Faktoren. Aufgrund des Betrages und der Polarität der Faktorwerte konnte man die Lebensmittel bestimmten Reizklassen zuordnen. Gesucht wurden allerdings nur eindeutige Lebensmittelreize, d.h. das Lebensmittel hatte einen einzigen betraglich besonders hohen Faktorwert und die anderen vier Faktorwerte waren relativ gering. Besaß ein Lebensmittel zwei hohe Faktorwerte, so konnte dieses Lebensmittel schon nicht mehr eindeutig zugeordnet werden und diente nicht mehr als eindeutiger Reiz für eine Reizklasse. Daher wurde festgelegt, dass der betraglich höchste Faktorwert eines eindeutigen Lebensmittelreizes >0,70 und die betragliche Differenz zu den anderen Faktorwerten jeweils >0,30 sein muss. Es ergaben sich

zwischen zwei und 16 eindeutige Lebensmittelreize für die zehn Reizklassen (siehe Tab. T12 im Anhang).

2.6.1.2. Drei Faktoren

Da die Fragebogen- Studie die Faktoren für die sich anschließende EEG- Studie liefern sollte und frühere EEG- Studien bereits gut mit 3 Faktoren funktionierten, sollte auch diese Möglichkeit geprüft werden. Dem Programm SSPS wurde anschließend die Vorgabe gegeben, nur drei Faktoren zu verwenden und dafür die optimale Lösung zu finden. Dadurch nahmen wir in Kauf, dass drei Gegensatzpaare nicht mehr eindeutig ($|Faktorladung| (>0,50)$) zu einem der drei Faktoren zugeordnet werden konnte. Dabei handelte es sich um die Gegensatzpaare „bunt- einfarbig“, „mild- würzig“ und „hell- dunkel“. In Tab. 4 lässt sich erkennen, dass diese Gegensatzpaare keine Markierung haben und keinem Faktor zugeteilt werden konnten.

Tab. 4: Ergebnisse der Faktorenanalyse unter der Vorgabe, dass nur 3 Faktoren verwendet werden dürfen. Faktorladungen der jeweiligen Gegensatzpaare zu den 3 Faktoren. Die jeweils höchste $|Faktorladung| (>0,50)$ ist dunkel markiert und zeigt die Zugehörigkeit zu einem der drei Faktoren.

	Faktor 1 =	Faktor 2 =	Faktor 3 =
	EVALUATION (E)	STAERKE (P)	TEXTUR (T)
SCHOEN- HÄESSLICH	0,750	0,020	0,252
FRISCH- VERMODERT	0,551	0,092	0,453
GERAEUSCHVOLL- STILL	0,093	0,584	-0,053
STEIF- ELASTISCH	-0,022	0,631	-0,232
GLAENZEND- MATT	-0,004	-0,081	0,758
LIEBLICH- HERB	0,590	-0,347	0,127
KNACKIG- LABBERIG	0,189	0,733	0,131
BUNT- EINFARBIG	0,270	0,066	-0,024
ANGENEHM- UNANGENEHM	0,803	0,007	0,171
KLAR- NEBLIG	0,141	0,240	0,663
MILD- WUERZIG	0,280	-0,459	0,164
WARMFARBEN- KALTFARBEN	0,550	0,014	-0,101
FREUNDLICH- UNFREUNDLICH	0,814	-0,017	0,180
GLATT- RAU	0,039	-0,247	0,632
SCHWACH- STARK	0,068	-0,597	-0,143
DUFTEND- STECHEND	0,712	-0,111	-0,006
HELL- DUNKEL	0,237	-0,251	0,248

Die Zuordnung der Gegensatzpaare ist in Tab. 5 dargestellt. Es ließ sich erkennen, dass Faktor 1 die Evaluationsdimension *E* darstellt, da alle Gegensatzpaare bewertende Aussagekraft besitzen. Faktor 2 wurden Adjektive zugeteilt, die zum einen über die

akustische Potentität („geräuschvoll- still“), zum anderen über die Stärke des Materials („steif- elastisch“, „knackig- labberig“) Informationen geben. Daher werten wir Faktor 2 als Stärkefaktor **P** (P= „potency“). Im Gegensatz dazu lassen sich mit den Adjektivpaaren des Faktor 3 Eigenschaften der Lebensmittel beschreiben, die mit dem visuellen und dem taktilen System wahrgenommen werden können und eine Aussage über die Textur treffen können. Im Folgenden wurde Faktor 3 als Faktor **T** (= Textur) bezeichnet.

Tab. 5: Zuordnung der Gegensatzpaare zu den drei Faktoren **E**, **P** und **T**

Faktor:	1 Evaluation (E)	2 Stärke (P)	3 Textur (T)
Gegensatzpaare:	schön- hässlich	geräuschvoll- still	glänzend- matt
	frisch- vermodert	steif- elastisch	klar- neblig
	lieblich- herb	knackig- labberig	glatt- rau
	angenehm- unangenehm	stark- schwach	
	freundlich- unfreundlich		
	duftend- stechend		

2.6.2. Vergleiche zwischen unterschiedlichen Gruppen der Fragebogen- Studie

Für die Vergleiche zwischen den unterschiedlichen Fragebogenstudien- Gruppen wurde die 3- Faktoren- Analyse als Grundlage genommen. Es wurde diese verwendet, da man die Ergebnisse der Fragebogen- Studie später besser mit den Ergebnissen der EEG- Studie, die ebenfalls auf den Ergebnissen der 3- Faktoren- Analyse aufgebaut war, vergleichen konnte.

Die Angaben der Studienteilnehmer auf den Fragebögen wurden herangezogen um unterschiedliche Gruppen innerhalb der Versuchspersonen zu bilden. Es wurden drei unterschiedliche Einteilungen unternommen, die erste in Bezug auf das Geschlecht, die zweite auf Grund des Alters und die dritte in Abhängigkeit von der jeweiligen Essenseinstellung.

Zum Vergleich wurden einerseits die eben genannten Kriterien herangezogen und zum anderen die gemittelten Faktorwerte einer jeden Versuchsperson für jede der 15 Lebensmittelklassen. Dafür wurden für jedes Lebensmittel Faktorwerte für jeden der drei Faktoren **E**, **P** und **T** berechnet. Die Faktorwerte gaben an, wie stark die in einem Faktor zusammengefassten Merkmale für das jeweilige Lebensmittel ausgeprägt sind.

Da die Studienteilnehmer unterschiedliche Fragebögen und deshalb unterschiedlich häufig die jeweiligen 15 Lebensmittelklassen bewertet haben, wurden zunächst Mittelwerte der Faktorwerte für die Lebensmittelklassen und für jeden der drei Faktoren

E, *P* und *T* berechnet. Diese Faktorwert- Mittelwerte wurden für jeden der 785 Studienteilnehmer erstellt. Für die sich anschließenden Vergleiche wurden nur diese Mittelwerte herangezogen um Ungleichgewichte zwischen den Studienteilnehmern auf die Analyse zu verhindern.

2.6.2.1. Vergleich der Faktorwerte in Bezug auf die Essenseinstellung

Für diesen Vergleich wurden zwei Gruppen gebildet, Gruppe V (= 96 Vegetarier) und Gruppe N (696 Nicht- Vegetarier und drei ohne Angabe), und anschließend ihr Ankreuzverhalten in Bezug auf die gemittelten Faktorwerte der 15 Lebensmittelklassen (im Folgenden mit LMK 1-15 bezeichnet) untersucht.

2.6.2.1.1. Signifikante Unterschiede in Bezug auf den Faktor Evaluation

Beim Vergleich der Vegetarier mit den Nicht- Vegetariern in Bezug auf Faktor *E* zeigten sich signifikante Haupteffekte sowohl für die Essenseinstellung ($F(1,8083)=26,66$; $p<0,0001$), als auch für die LMK ($F(14,8083)=93,97$; $p<0,0001$) und eine signifikante Interaktion zwischen LMK und Essenseinstellung ($F(14,8083)=10,50$; $p<0,0001$).

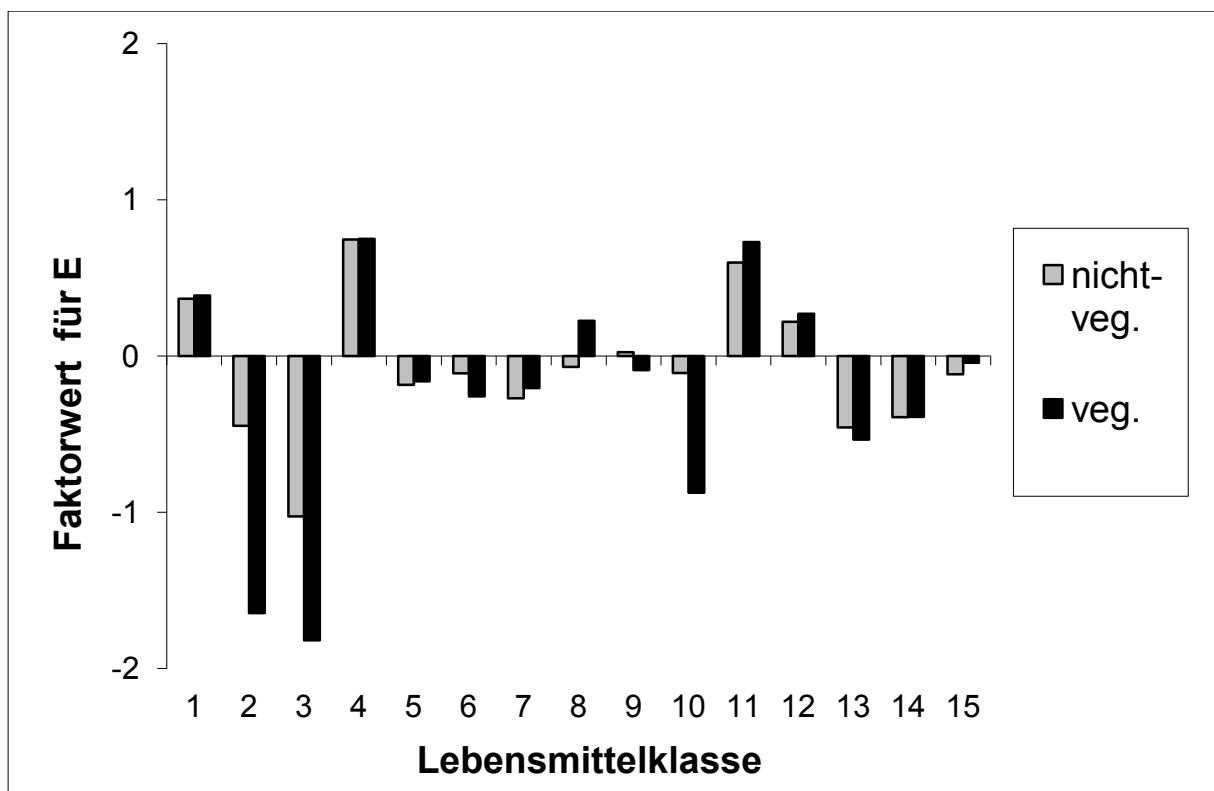


Abb. 2: Darstellung der gemittelten Faktorwerte für Faktor *E* der einzelnen Lebensmittelklassen; schwarze Balken = gemittelte Faktorwerte der Vegetarier,

hellgraue Balken = gemittelte Faktorwerte der Nicht- Vegetarier. Signifikanter Effekt für die Bewertung von LMK 2 (Fleisch) ($p < 0.0001$), eine Tendenz lässt sich bei der Bewertung von LMK 10 (Fast Food) ($p < 0,32$) erkennen.

In Abb. 2 sind die gemittelten Faktorwerte der Vegetarier und Nicht- Vegetarier für die 15 Lebensmittelklassen gegeneinander dargestellt. LMK 2 (Fleisch) wurde von den Vegetariern signifikant ($p < 0.0001$) negativer bewertet. Dagegen zeigte sich bei der Bewertung von LMK 3 (Fisch) kein signifikanter Unterschied. Beide Gruppen stuften die Fischklasse negativ im Bezug auf *E* ein. Bei LMK 10 (Fast Food) findet sich zwar kein signifikanter Unterschied ($p < 0,32$), dennoch lässt sich die Tendenz erkennen, dass Vegetarier die Fast Food- Klasse negativer bewerten als Nicht- Vegetarier. Beim LMK- Vergleich der Faktorwert- Mittelwerte der jeweiligen Gruppe zeigten die Vegetarier 35 signifikante Unterschiede (in Tab.6 dunkel markiert), wovon 20 (= 57% der signifikanten Ergebnisse) auf LMK 2 und 3 fielen, dagegen konnten die Nicht- Vegetarier 57 signifikante Ergebnisse aufweisen, wovon allerdings nur 16 (= 28% der signifikanten Ergebnisse) auf LMK 2 und 3 fielen.

Tab. 6: Anzahl der signifikanten Effekte beim Vergleich der gemittelten Faktorwerte zwischen den einzelnen Lebensmittelklassen (LMK) in Bezug auf *E*. Linkes unteres Dreieck: Effekte der Nicht- Vegetarier, signifikante Effekte =hellgrau markiert (57), rechtes oberes Dreieck: Effekte der Vegetarier, signifikante Effekte = dunkelgrau markiert (35)

	LMK1	LMK2	LMK3	LMK4	LMK5	LMK6	LMK7	LMK8	LMK9	LMK10	LMK11	LMK12	LMK13	LMK14	LMK15
LMK1															
LMK2															
LMK3															
LMK4															
LMK5															
LMK6															
LMK7															
LMK8															
LMK9															
LMK10															
LMK11															
LMK12															
LMK13															
LMK14															
LMK15															

2.6.2.1.2. Signifikante Unterschiede in Bezug auf den Faktor Stärke und den Faktor Textur

Beim Vergleich der Faktorwert- Mittelwerte der einzelnen Lebensmittelklassen in Bezug auf Faktor **P** und Faktor **T** zwischen den Vegetariern und Nicht- Vegetariern konnten jeweils nur signifikante Haupteffekte für die Lebensmittelklasse aufgefunden werden, für Faktor **P** ($F(14,8083)=88,47$; $p<0,0001$) und für Faktor **T** ($F(14,8083)=47,07$; $p<0,0001$). Die Essenseinstellung hatte bei diesen beiden Faktoren keinen signifikanten Einfluss.

2.6.2.2. Vergleich der Faktorwerte in Bezug auf das Alter

Je nach Alter wurden die Versuchspersonen in drei Altersgruppen j, m und a eingeteilt. In Altersgruppe j (=jung, 18-19 Jahre) waren 52 Personen, in Altersgruppe m (=mittel, 20-25 Jahre) konnten 673 Personen eingeteilt werden und in Altersgruppe a (=alt, 26-54 Jahre) befanden sich 65 Versuchspersonen. Fünf Personen machten keine Angabe zu ihrem Alter. Sie wurden deshalb vom Vergleich der Altersgruppen in Bezug auf die Lebensmittelklassen ausgeschlossen (siehe Tab. T6 und T7 im Anhang).

Für Faktor **E** und **T** konnten nur signifikante Effekte für den Vergleich der Lebensmittelklassen (für Faktor **E**: $F(14,8047)=46,24$; $p<0,0001$; für Faktor **T**: $F(14,8047)=33,97$; $p<0,0001$) aufgezeigt werden. Zwischen den Altersgruppen gab es hierbei keine signifikanten Ergebnisse.

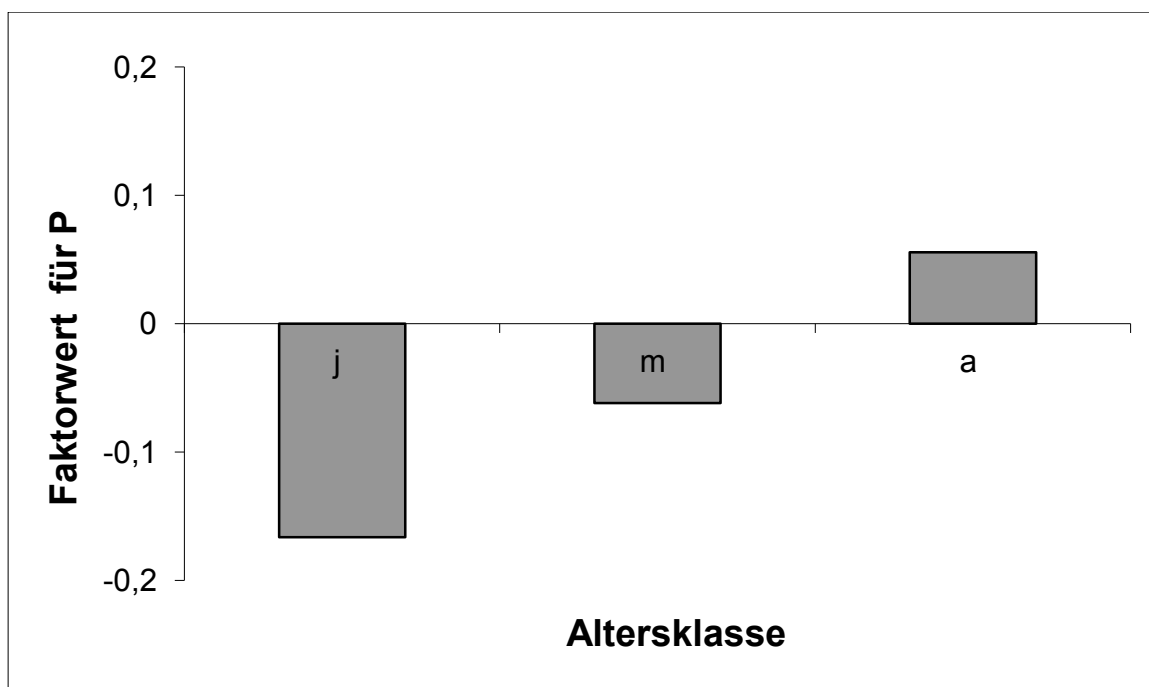


Abb. 3: Altersspezifische gemittelte Faktorwerte für Faktor **P**, j= Altersgruppe 18-19 Jahre; m= Altersgruppe 20-25 Jahre; a = Altersgruppe 26- 54 Jahre

Dagegen konnten für Faktor **P** nicht nur signifikante Effekte für die Lebensmittelklassen ($F(14,8047)=71,78$; $p<0,0001$) gefunden werden, sondern auch für die Altersgruppen ($F(2,8047)=8,77$; $p<0,001$).

Es stellte sich heraus, dass Altersgruppe j die am signifikant negativsten Werte für **P** über alle Lebensmittelklassen aufweisen konnte ($p(j|m)<0,01$; $p(j|a)<0,0001$). Die **P**-Werte der Altersgruppe m unterschieden sich signifikant von den beiden anderen Altersgruppen ($p(m|a)<0,001$) und lagen zwischen den **P**-Werten der anderen Gruppen. Daraus folgend waren die **P**-Werte der Altersgruppe a signifikant am positivsten (siehe Abb. 3).

2.6.2.3. Vergleich der Faktorwerte in Bezug auf das Geschlecht

Es wurden zwei Gruppen m und w gebildet. In Gruppe m (= männlich) befanden sich 128 Männer, in Gruppe w (= weiblich) 666 Frauen. Eine Person machte keine Angabe zu ihrem Geschlecht, weshalb sie nicht in die Vergleiche mit einfluss.

2.6.2.3.1. Signifikante Unterschiede in Bezug auf den Faktor Evaluation

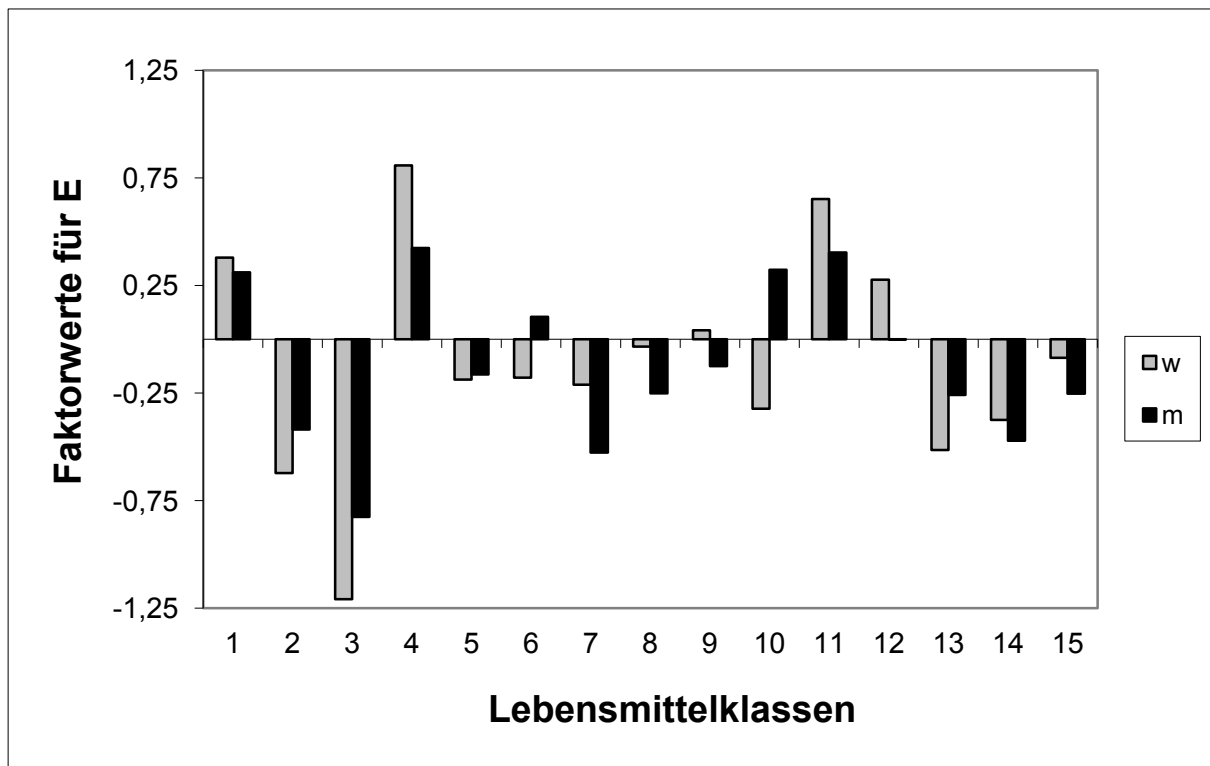


Abb. 4: Geschlechtsspezifische gemittelte Faktorwerte für Faktor **E**; helle Balken = weibliche Werte; schwarze Balken= männliche Werte;

Es konnten signifikante Effekte im LMK- Vergleich ($F(14,8102)=73,28$; $p < 0,0001$) und auch eine signifikante Interaktion zwischen LMK und Geschlecht ($F(14,8102)=8,75$; $p < 0,0001$) gefunden werden. Es gab keine signifikanten Ergebnisse beim Vergleich der jeweiligen LMK zwischen den Geschlechtern, welches bedeutet, dass die jeweiligen Lebensmittelklassen von Männern und Frauen nicht signifikant unterschiedlich bewertet wurden. In Abb. 4 konnte man allerdings bei der „Fast- Food“- LMK 10 erkennen, dass Frauen Fast- Food- Lebensmittel negativer evaluieren. Diese Tatsache bewerteten wir zumindest als Tendenz ($p < 0,205$). Es konnte auch dargestellt werden, dass die Frauen in neun LMK die extremeren Werte aufweisen, wohingegen die Männer nur in sechs LMK die höheren Werte erzielen konnten. Wie in Tab. 7 zu sehen ist, hatten die Frauen beim Vergleich der einzelnen LMK miteinander insgesamt 63 signifikante Ergebnisse (hell markiert), die Männer nur 13 (dunkel markiert). Die Frauen bewerteten LMK 3 (Fisch) signifikant negativer zu allen anderen LMK. Auch LMK 2 (Fleisch) wurde von den Frauen mit Ausnahme zu LMK 13 (Fette/Öle) und LMK 14 (Gewürze) signifikant anders bewertet und meistens negativer. Dagegen wurde LMK 4 (Obst) von den Frauen 13mal signifikant positiver bewertet. Allein gegen LMK 11 (Süßspeisen) zeigte sich kein signifikantes Ergebnis. In der männlichen Gruppe konnten diese Effekte nicht nachgewiesen werden.

Tab. 7: Anzahl der signifikanten Effekte beim Vergleich der gemittelten Faktorwerte zwischen den einzelnen Lebensmittelklassen (LMK) in Bezug auf den Faktor *E*. Linkes unteres Dreieck: Effekte der **Frauen**, signifikante Effekte = **hellgrau** markiert (63), rechtes oberes Dreieck: Effekte der **Männer**, signifikante Effekte = **dunkelgrau** markiert (13)

	LMK1	LMK2	LMK3	LMK4	LMK5	LMK6	LMK7	LMK8	LMK9	LMK10	LMK11	LMK12	LMK13	LMK14	LMK15
LMK1															
LMK2															
LMK3															
LMK4															
LMK5															
LMK6															
LMK7															
LMK8															
LMK9															
LMK10															
LMK11															
LMK12															
LMK13															
LMK14															
LMK15															

2.6.2.3.2. Signifikante Unterschiede in Bezug auf den Faktor Stärke

Bei Faktor **P** konnten signifikante Effekte beim LMK- Vergleich ($F(14,8102)=104,27$; $p< 0,0001$) und auch eine signifikante Interaktion von LMK und Geschlecht ($F(14,8102)=3,325$; $p<0,0001$) nachgewiesen werden. Beim Vergleich der jeweiligen LMK zwischen den Geschlechtsgruppen konnten keine signifikanten Ergebnisse gezeigt werden. Wie in Tab. 8 dargestellt, hatte die weibliche Geschlechtsgruppe beim LMK-Vergleich insgesamt 67 signifikante Effekte, wovon die meisten, mit jeweils zwölf signifikanten Effekten, aus Vergleichen mit LMK 8 (Nüsse) und LMK13 (Fette/Öle) stammten. Die männliche Geschlechtsgruppe hatte insgesamt nur 27 signifikante Ergebnisse, zehn signifikante Ergebnisse betrafen Vergleiche mit LMK 8. Eine Darstellung der geschlechtsspezifischen gemittelten Faktorwerte für **P** für die jeweilige Lebensmittelklasse finden sie im Anhang unter Abb. A1.

Tab. 8: Anzahl der signifikanten Effekte beim Vergleich der gemittelten Faktorwerte zwischen den einzelnen Lebensmittelklassen (LMK) in Bezug auf den Faktor **P**. Linkes unteres Dreieck: Effekte der **Frauen**, signifikante Effekte = **hellgrau** markiert (67), rechtes oberes Dreieck: Effekte der **Männer**, signifikante Effekte = **dunkelgrau** markiert (27)

	LMK1	LMK2	LMK3	LMK4	LMK5	LMK6	LMK7	LMK8	LMK9	LMK10	LMK11	LMK12	LMK13	LMK14	LMK15
LMK1															
LMK2															
LMK3															
LMK4															
LMK5															
LMK6															
LMK7															
LMK8															
LMK9															
LMK10															
LMK11															
LMK12															
LMK13															
LMK14															
LMK15															

2.6.2.3.3. Signifikante Unterschiede in Bezug auf den Faktor Textur

Beim Vergleich von Faktor **T** zwischen den Geschlechtsgruppen zeigten sich nicht nur ein signifikanter Haupteffekt für das Geschlecht ($F(1,8102)=15,77$; $p< 0,0001$), sondern

auch für die LMK ($F(14,8102)=54,65$; $p<0,0001$), sowie eine signifikante Interaktion zwischen dem Geschlecht und der LMK ($F(14,8102)=2,3551$; $p<0,01$).

Beim LMK- Vergleich (siehe Tab. 9) konnten die Männer insgesamt sechs signifikante Ergebnisse aufweisen, wovon alle aus LMK 6 (Getränke) stammten. Jene bewerteten Getränke meistens positiver in Bezug auf Faktor *T*. Dagegen zeigten die Frauen insgesamt 52 signifikante Ergebnisse, darunter elf aus LMK 6 (Getränke) und jeweils acht aus LMK 7 (Milchprodukte) und LMK 13 (Fette/Öle). Eine Graphik der geschlechtsspezifischen gemittelten Faktorwerte für *T* der einzelnen Lebensmittelklassen finden sie im Anhang unter Abb. A2.

Tab. 9: Anzahl der signifikanten Effekte beim Vergleich der gemittelten Faktorwerte zwischen den einzelnen Lebensmittelklassen (LMK) in Bezug auf den Faktor *T*. Linkes unteres Dreieck: Effekte der **Frauen**, signifikante Effekte = **hellgrau** markiert (52), rechtes oberes Dreieck: Effekte der **Männer**, signifikante Effekte = **dunkelgrau** markiert (6)

	LMK1	LMK2	LMK3	LMK4	LMK5	LMK6	LMK7	LMK8	LMK9	LMK10	LMK11	LMK12	LMK13	LMK14	LMK15
LMK1															
LMK2															
LMK3															
LMK4															
LMK5															
LMK6															
LMK7															
LMK8															
LMK9															
LMK10															
LMK11															
LMK12															
LMK13															
LMK14															
LMK15															

2.7. Diskussion

2.7.1. Drei Faktoren „Evaluation“, „Stärke“ und „Textur“

2.7.1.1. Interpretation des Faktors Evaluation

Wie zu erwarten war, konnte sowohl in der Vorstudie, als auch bei der Fünf- Faktoren- Analyse und der Drei- Faktoren- Analyse jeweils ein Faktor „**Evaluation**“ bestätigt werden.

Bei Betrachtung der Gegensatzpaare, die diesem Bewertungsfaktor zugeordnet wurden, war auffällig, dass fast alle Gegensatzpaare, die man auch zur Beschreibung von Düften verwenden kann („frisch- vermodert“, „lieblich- herb“, „angenehm- unangenehm“ und „duftend- stechend“), Faktor **E** zugeteilt wurden. Einzige Ausnahme dabei bildete das Gegensatzpaar „stark- schwach“, welches dem Stärkefaktor **P** zugeordnet wurde. Allerdings war auch dies wiederum plausibel, da „stark- schwach“ eher mit der Intensität als mit Emotion in Verbindung zu setzen war. Dies ist mit der Studie von Reik und Skrandies (2006) stimmig, in welcher der affektive Teil von imaginierten Gerüchen mittels der von Osgood postulierten Faktoren **E**, **P** und **A** dargestellt wurde. Diese drei Faktoren klärten insgesamt 73,05% der Varianz der Originalvariablen auf, wobei Faktor **E** mit 32,75% die meiste Varianz erklärte (Reik und Skrandies 2006). Dadurch wurde die starke Verknüpfung zwischen Geruchsempfindung und Emotionen unterstrichen.

Rolls (2010) konnte in seiner Review aufzeigen, dass die affektive Bewertung und emotionale Erfahrungen bei somatosensorischen Stimuli im Vergleich zu deren neutralen Eigenschaften, wie z.B. Intensität, in unterschiedlichen Regionen des Gehirns verarbeitet werden. Die affektiven Komponenten von Temperatur- Stimuli erzeugten Aktivität im orbitofrontalen Cortex und im Cingulum, wohingegen deren Intensität im somatosensorischen Cortex und der ventralen posterioren Insel repräsentiert wurde. Auch dieses Ergebnis unterstrich die unterschiedliche Verarbeitungsweise von Bewertungsfaktor **E** und Stärkefaktor **P**, wie wir sie in der vorliegenden Arbeit zeigen konnten.

2.7.1.2. Interpretation des Faktors Stärke

Gerade im Bezug auf Lebensmittel erschien anhand des von uns gefundenen Stärke- Faktors bewertet zu werden, wie viel Kraft aufgewendet werden muss um die Lebensmittel zu verarbeiten. Es stellte eine Vereinigung des Faktors Stärke mit dem aus

der Vorstudie bereits erwähnten Faktor Mundgefühl dar. Gerade in Bezug auf Lebensmittel schien die Konsistenz der Produkte entscheidend dafür zu sein, wie viel Kraft man benötigt um die Lebensmittel im Mund zu verarbeiten. Dabei benötigte man wenig Kraft bei Lebensmitteln mit flüssiger oder weicher Konsistenz, wie. z.B. Sahne. Dagegen musste man viel Kraft aufwenden um eine Karotte im Mund zu kauen, die von ihrer Konsistenz eher solide und hart ist.

Dieser Faktor schien zum einen sehr wichtig zu sein, da sich im Laufe eines Lebens die Fähigkeiten und die Kraft des Gebisses verändern. Harte Lebensmittel sind weder für Zahnlose noch für alte Personen mit lückenhaftem Gebiss leicht zu bekommen. So müssen sie weichere Nahrungsmittel auswählen.

Zum anderen konnte die Konsistenz auch etwas über die Qualität des Produktes aussagen. Kennen wir ein Produkt in einer bestimmten Konsistenz und wäre uns das gleiche Produkt in einer „fremden“ Konsistenz mit veränderter Festigkeit vorgesetzt worden, so hätten wir doch sehr an seiner Qualität gezweifelt. So ist z.B. von vielen Menschen ein Wiener Schnitzel mit Kartoffelsalat ein sehr gerne gegessenes Gericht. Man kennt die Konsistenz des Schnitzels, sowie die des Kartoffelsalats. Wäre das gleiche Gericht vor dem Servieren püriert worden und somit dessen Konsistenz verändert worden, hätte der Konsument wahrscheinlich sehr an dem Gericht gezweifelt und das Essen nicht genossen, obwohl es ursprünglich das gleiche gewesen war und nichts weggelassen oder hinzugefügt wurde.

Die von uns als „normal“ abgespeicherte Konsistenz war somit ein Qualitätsmerkmal des Lebensmittels. Wenn sie verändert war, warnte sie uns vor dem Essen des Produkts. Als einfaches Beispiel konnte man beobachten wie die Konsumenten nach diesem Kriterium im Supermarkt Produkte an der Obst- und Gemüsetheke auswählten. So wurden z.B. Orangen oder Tomaten auf ihre Festigkeit geprüft. Ließen sich die Lebensmittel beim Berühren leicht eindellen, so wurden sie als überreif oder sogar als verdorben klassifiziert und vom Konsumenten liegen gelassen. Sie entsprachen nicht mehr der von uns gewohnten Konsistenz und dadurch wurde der Konsument gewarnt ein schon verdorbenes Lebensmittel zu essen und evtl. sogar davon krank zu werden.

Es wurde klar, dass der Stärkefaktor P ein sehr wichtiges Kriterium bei der Bewertung und im Umgang mit Lebensmitteln ist. Gewohnte Kombinationen der Stärke mit einem bestimmten Produkt, halfen uns die Qualität des Lebensmittels einzuschätzen.

2.7.1.3. Interpretation des Faktors Textur

Der Faktor Textur beinhaltete mehrere Textur- Ebenen. Ein Teil der Textur war sicherlich die Konsistenz der Lebensmittel, die dadurch beschrieben wurde. Im Gegensatz zum Faktor Stärke, war bei diesem Faktor Textur nicht die Konsistenz im Sinne der dafür benötigten Kraftaufwendig wichtig, sondern die Konsistenz im Sinne eines „Wie fühlt es sich an?“.

Escher (1993) schrieb den Textureigenschaften von Lebensmitteln im Sinne von Konsistenz einen ganz besonderen Stellenwert zu. Im Gegensatz zur Geruchwahrnehmung von Lebensmitteln, die hauptsächlich kurz vor der Lebensmitteleinnahme entstand, und auch der Geschmackwahrnehmung, die anschließend auf der Zunge empfunden wurde, stellte die Konsistenz der Lebensmittel einen weiteren wichtigen Punkt bei der Lebensmittelbeurteilung dar, die vor allem durch ihre nachhaltige Wirkung bestach. So wurde die Konsistenz schon beim Betasten mit den Fingern oder beim Benützen eines Löffels zum Abtrennen einer mundgroßen Portion geprüft, dann im Mund mit den Zähnen und der Zunge wahrgenommen und schließlich entstand durch das Hinunterschlucken der Lebensmittel ein nachhaltiger Eindruck der Konsistenz der Lebensmittel. Auch beim Zubereiten bemühte man sich um das Herstellen der perfekten Konsistenz: Kartoffeln sollten gar gekocht sein, die Nudeln al dente, das Fleisch zart, um nur einige Beispiele zu nennen.

Ein weiterer Teil des Texturfaktors spiegelte die Oberflächeneigenschaften der Lebensmittel- Stimuli wider. Bach und Meigen (1999) zählten zu ihrer visuellen Dimension die Aspekte Helligkeit, Orientierung, räumliche Frequenz, Bewegung, Stereo- Disparität und Farbe. Sie waren alle wichtig für den Prozess der „Textur Segregation“, also der Fähigkeit bestimmte Objekte von ihrem Hintergrund zu unterscheiden.

Zudem war die Ordnung der Oberfläche ein weiterer wichtiger Aspekt. Waren Oberflächenstrukturen zu erkennen und wenn ja, waren diese systematisch geordnet oder diffus verteilt?

Des Weiteren beinhaltete der Faktor Textur die Intensität und Qualität der Färbung, auf welche man durch das Gegensatzpaar „neblig- klar“, welches unter anderem den Texturfaktor beschrieb, aufmerksam gemacht worden war. Je klarer ein Lebensmittel war, desto reiner stellte sich der Farbgehalt dar und umso nebliger oder trüber ein Lebensmittel war, desto unreiner war der Farbgehalt. In einer Review von Delwiche (2004) konnte gezeigt werden, dass gerade in Bezug auf den Geschmack und den

Geruch von Lebensmitteln eine Assoziation zu bestimmten Farben herrscht und wenn diese bekannte Farb- Geschmack- Kombination verändert wird, die Lebensmittel weniger oft erkannt werden. Des Weiteren stellte Delwiche in ihrer Review dar, dass es mehrere Untersuchungen gibt, in denen gezeigt werden kann, dass die angegebenen Geschmacksintensitäten ansteigen, wenn die Intensität der Färbung zunimmt. Auch in der Natur bedienen sich manche Obst- und Gemüsesorten der Farben um etwas über ihren Reife und ihren Geschmack auszusagen. So kann z.B. durch die Intensität und Qualität der Farbe Rot Aussagen über die Reife und die Süße der Früchte getroffen werden. Je satter das Rot einer Tomate oder Erdbeere, desto sonnengereifter sind sie und desto intensiver im Geschmack.

2.7.2. Interpretation der Ergebnisse in Bezug auf die Essenseinstellung

2.7.2.1. Interpretation der Ergebnisse für den Bewertungsfaktor E

Wie bereits unter 2.6.2.1.1. beschrieben, zeigte sich durch Analyse des Ankreuzverhaltens der Studienteilnehmer, dass Vegetarier im Vergleich zu Nicht-Vegetariern die LMK Fleisch signifikant negativer bewerteten. Dies konnte die Ergebnisse einer ERP- Studie von Stockburger et al. (2009) bestätigen, in der die Probanden (Vegetarier und Nicht- Vegetarier) Lebensmittelbilder aus den drei Kategorien Fleischgerichte, Gemüsegerichte und Desserts u.a. bewerten mussten. Darin zeigten die Vegetarier eine signifikant negativere Bewertung ($p < 0,001$) der Fleischgerichte, wohingegen Gemüsegerichte und Desserts positiver ($p < 0,05$) im Vergleich zu „Allesessern“ bewertet wurden.

Ein weiterer Aspekt, der nicht unbeachtet bleiben sollte, ist, dass sich die meisten Vegetarier aus unterschiedlichen Gründen von einer fleischbeinhaltenden Ernährung zu einer fleischlosen Ernährungsweise entschlossen haben. Um diesen Schritt nun nachhaltig für gut zu heißen, war es nur logisch, dass sie der LMK Fleisch negative Attribute zuschreiben. Povey et al. (2001) konnten in ihrer Studie aufzeigen, dass Vegetarier einer Fleisch- beinhaltenden Ernährungsweise hauptsächlich negative Attribute wie z.B. „kriminell“ und „ungesund“ zuwiesen, wohingegen sie einer veganen Ernährungsweise noch näher schienen, indem sie ihr sowohl positive („menschlich“) als auch negative („einschränkend“) Eigenschaften zuschreiben.

Bei der Bewertung der LMK 3 (Fisch) zeigte sich kein signifikanter Unterschied zwischen Vegetariern und Nicht-Vegetariern. Wir sehen dafür zwei mögliche

Erklärungsansätze. Zum einen war es durchaus möglich, dass auch unter den Nicht-Vegetariern eine große Anzahl die Fischgerichte nicht mögen und sich somit nicht von Vegetariern unterscheiden. Dementsprechend konnte aus der LMK 3 (Fisch) auch nur eindeutige Lebensmittel- Wortreize (siehe auch 3.2.2.) für die Reizklasse **E**- gefunden werden. Dazu zählten die Lebensmittel „Sardellen“ und „Thunfisch“.

Zum anderen haben wir die Vegetarier- Klasse nicht genauer differenziert. So wurden z.B. „Semi- Vegetarier“, zu deren Ernährung auch Fisch gehört, auch noch als Vegetarier betitelt.

2.7.3. Interpretation der Ergebnisse in Bezug auf das Alter

Oakes und Slotterback (2002) konnten in ihrer Studie mit 1148 Teilnehmern zeigen, dass es keine signifikanten Alterseffekte bei der Bewertung des wichtigsten Charakteristikums bezüglich der Gesundheit der Lebensmittel gibt. Sowohl jüngere (<40J.), als auch mittelalte (40- 59J.) und ältere (>59J.) Erwachsene sahen die „Frische“ und den „Fettgehalt“ als wichtigste Punkte. Das Gegensatzpaar „frisch- vermodert“ wurde in unserer Studie eindeutig dem Bewertungsfaktor **E** zugeteilt, wobei „frisch“ dem Pol **E+** zugeordnet war. Auch bei der Analyse des Faktors **E** konnten bei uns keine Alterseffekte nachgewiesen werden. Es schien, dass sich die Altersklassen in ihrer Bewertung der Lebensmittelklassen ähnlich verhalten.

Einzig für die Stärkedimension **P** konnte ein signifikanter Haupteffekt des Alters nachgewiesen werden. So zeigte die junge Altersgruppe den negativsten gemittelten Faktorwert und die ältere Altersgruppe den positivsten gemittelten Faktorwert. Die mittlere Altersklasse lag dazwischen (siehe Abb. 3). Demzufolge empfanden die 18- 19 Jährigen der jungen Altersgruppe die Lebensmittel eher als schwach und die 26- 54 Jährigen der älteren Gruppe eher als stark. Eine plausible Erklärung dafür könnte die im Alter nachlassenden Kraft und Fähigkeiten des Gebisses sein.

Kremer et al. (2007) konnten in ihrer Studie eine klare Überlegenheit der jüngeren Gruppe im Vergleich mit der älteren Gruppe in Bezug auf die Effizienz des Kauens darstellen. So war es mit nachlassendem Gebiss immer schwieriger die Lebensmittel im Mund klein zu bekommen und sie erschienen somit nun als härter und stärker. Für die jüngeren Teilnehmer mit einem wahrscheinlich noch intakten Gebiss schien die harte Konsistenz noch kein Problem darzustellen. In einer Studie von Laureati et al. (2008) sollten Studienteilnehmer aus drei Altersklassen (Kinder, junge Erwachsene und ältere Erwachsene) unter anderem einen Unterscheidungstest machen. Dabei mussten die

Teilnehmer Vanillepuddings nach ihrer Süße, ihrer Konsistenz und nach dem Aroma beurteilen und in wie weit sie sich von dem Ausgangspudding unterscheiden. Die älteren Teilnehmer konnten als einzige Gruppe alle in der Konsistenz veränderten Puddings signifikant richtig erkennen, wohingegen sie nicht so gut in der Unterscheidung der Süße und des Aromas abschnitten. Demzufolge ließ sich auch hier interpretieren, dass die Konsistenz und Stärke der Lebensmittel eine wichtige Rolle im Beurteilen der Lebensmittel einnimmt- besonders auch mit steigendem Alter.

2.7.4. Interpretation der Ergebnisse in Bezug auf das Geschlecht

In unserer Studie konnten wir für keine der drei Dimensionen *E*, *P* und *T* einen signifikanten Unterschied der jeweiligen Lebensmittelklasse zwischen Männern und Frauen feststellen. Das hieß, dass Männer und Frauen z.B. die LMK 1 (Getreide) weder in Bezug auf *E*, *P* noch auf *T* signifikant anders bewerteten. Eine einzige Tendenz zeigte sich bei der LMK 10 (Fast Food) in Bezug auf die Dimension Evaluation. Dort zeigten die Frauen einen negativen gemittelten Faktorwert und die Männer einen positiven ($p < 0,205$). Es waren zwar keine signifikanten Unterschiede, dennoch ließ sich an den gemittelten Faktorwerten eine weitläufige Meinung erkennen (siehe Abb. 4). Während die Frauen die negativeren Werte für Fleisch, Fisch, Fast Food und Fette/Öle zeigten, haben sie positivere Werte für Obst, Süßspeisen und Süßwaren.

Bei der Pilot- Studie von Oakes und Slotterback (2009) sollten 101 College- Studenten das wichtigste Charakteristikum für die Gesundheit von Lebensmitteln angeben. Hierbei wurde ein signifikanter Effekt des Geschlechts festgestellt. Für die männlichen Studenten war die „Frische“ das wichtigste Charakteristikum, für weibliche der „Fettgehalt“ und der „Kaloriengehalt“. Dieser Effekt konnte bei der Hauptstudie mit älteren Teilnehmern nicht mehr nachgewiesen werden. Unser Versuchspersonen-Kollektiv bestand auch hauptsächlich aus Studenten und ähnlich der Studie von Oakes und Slotterback (2009) bewerteten unsere weiblichen Versuchspersonen Fette/Öle und Fast Food affektiv negativer. Es schien, als hätte der Fett- und Kaloriengehalt eine wichtigere Bedeutung für Frauen. Der Mädchenkörper beginnt meist mit der Pubertät weibliche Konturen anzunehmen. Meist fängt auch ab diesem Zeitpunkt das Interesse am anderen Geschlecht an. Es wird nicht nur durch die Medien vermittelt, dass zu einem attraktiven Äußeren auch ein schlanker Körper gehört. Lebensmittel mit hohem Fett- und Energiegehalt setzen leichter am Körper an. Da gerade das nicht gewünscht ist, werden diese Lebensmittel affektiv oft negativ bewertet. Gerade im jungen

Erwachsenen- und Studentenalter, wenn die meisten Personen noch auf ihrem „Findungsweg“ sind, lassen sie sich von den Medien sehr beeinflussen und glauben das „ideale“ Frauenbild erfüllen zu müssen, um attraktiv zu sein.

Sind die Frauen dann „reifer“, haben sich in ihrem Beruf etabliert oder vielleicht eine Familie gegründet, scheint sich dieses Bild meist zu ändern. Nicht nur durch die Sorge für die Ernährung der eigenen Familie, scheinen die Fette, nicht mehr nur affektiv negativ besetzt zu sein, sondern auch als wichtiger Lieferant für essentielle Fettsäuren und für Energie anerkannt. Dies scheint auch stimmig mit der Studie von Oakes und Slotterback (2002) zu sein, in welcher in der Hauptstudie mit 1148 Erwachsenen keine signifikanten Unterschiede zwischen Männern und Frauen mehr nachgewiesen werden konnte. Im Vergleich zu deren Pilotstudie war das Versuchspersonen- Kollektiv der Hauptstudie aber viel älter und darin waren viel weniger Studenten vertreten.

2.7.5. Differenzierungsfähigkeit zwischen den einzelnen Lebensmittelklassen

Bemerkenswert war, dass es bei allen drei Faktoren *E*, *P* und *T* eine signifikante Interaktion zwischen dem Geschlecht und der LMK festzustellen war. Beim Vergleich der jeweiligen LMK mit den anderen 14 LMK konnten die Frauen jeweils die größere Anzahl an signifikanten Unterschieden aufzeigen. So ließen sich bei den Frauen für Faktor *E* 63 signifikante Effekte darstellen, bei den Männer nur 13, für Faktor *P* zeigte sich ein Frauen- Männer- Verhältnis der signifikanten Effekte von 67 zu 27 und für Faktor *T* ein Verhältnis von 52 zu 6 (siehe Abb. 5). Demzufolge schienen die Frauen eine bessere Fähigkeit zu besitzen mehr Unterschiede zwischen den einzelnen Lebensmitteln zu machen. Allerdings blieb bei diesen Ergebnissen zu bedenken, dass es sich bei unserem Versuchspersonen- Kollektiv hauptsächlich um Studentinnen und Studenten handelte. Viele Männer hatten sich bis zu ihrem Studium noch nicht wesentlich mit dem Zubereiten von Lebensmitteln beschäftigen müssen, da in den meisten Elternhäusern die Eltern die Aufgabe des Kochens übernommen hatten. Frauen, bzw. Mädchen interessierten sich meistens schon vor ihrem Auszug für die Geschehnisse in der Küche und das Zubereiten verschiedener Lebensmittel, weshalb sie mit ihnen vertrauter waren und sie folglich Lebensmittelklassen auch besser unterscheiden konnten.

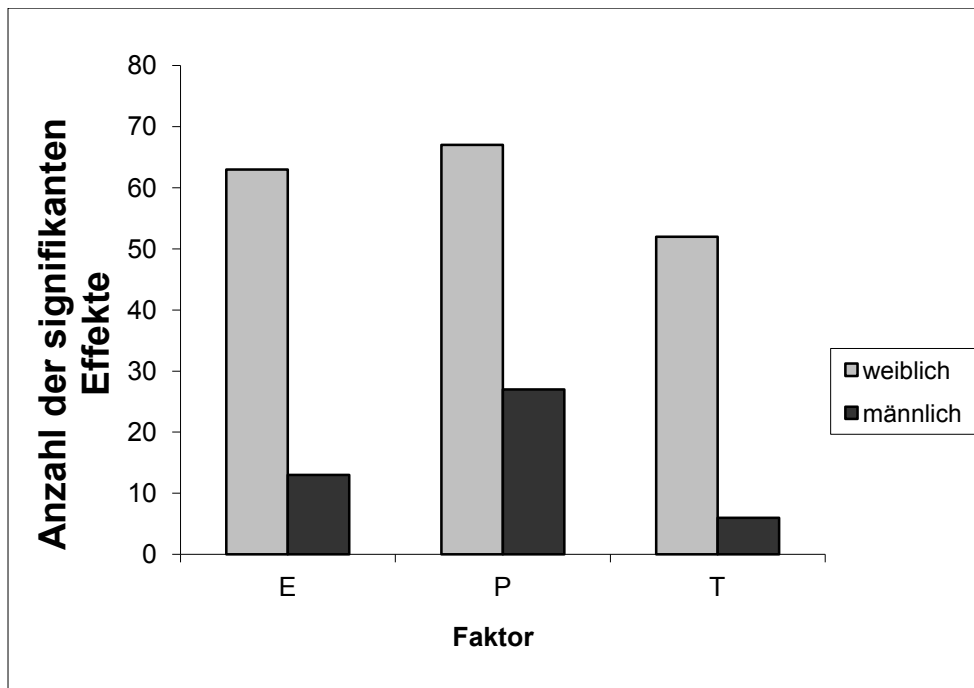


Abb. 5: Anzahl der signifikanten Effekte beim Lebensmittelklassen- Vergleich untereinander für die jeweilige Dimension *E*, *P* und *T*. Anzahl der signifikanten Effekte der Frauen= hellgrau, Anzahl der signifikanten Effekte der Männer=dunkelgrau.

Auch in einer Studie mit 248 Teilnehmern von Rappoport et al. (1993) konnte aufgezeigt werden, dass Frauen zwischen den einzelnen Lebensmitteln deutlich mehr differenzieren. Dabei sollten verschiedene Lebensmittelgerichte anhand ihrer Gesundheitswerte auf einer 5- stufigen Skala beurteilt werden. Durch Faktorenanalyse konnte bei den Frauen sechs Faktoren festgestellt werden, wobei jeder Faktor eine mehr oder weniger gesunde Essens- Klasse darstellte. Bei den Männern konnten dagegen nur zwei Klassen gefunden werden. Rappoport et al. (1993) sahen in ihrem Ergebnis eine viel einfachere kognitive Struktur der Männer, wenn es darum geht, Lebensmitteln bezüglich ihres Gesundheitswertes zu beurteilen.

2.7.6 Limitierungen

Zum einen musste man bei der Interpretation der Ergebnisse unserer Fragebogen-Studie berücksichtigen, dass es sich bei dem Versuchspersonen um ein Kollektiv handelte, das hauptsächlich aus Studenten im jungen Erwachsenenalter bestand. Die Studienrichtungen, die der Hauptanteil der Teilnehmenden belegte, war in abnehmender Reihenfolge Ökotrophologie, Medizin und Zahnmedizin. Es war folglich anzunehmen, dass den teilnehmenden Versuchspersonen der Einfluss der Ernährung auf die

Gesundheit des Menschen durchaus bewusst war und sie sich wahrscheinlich zwangsläufig mehr mit Ernährung beschäftigt haben als ein durchschnittliches „Bürgerkollektiv“. Somit blieb unklar, ob durch ein anderes Teilnehmerkollektiv andere Fragebogenergebnisse entstanden wären und die Geschlechts-, Alters- und Esseneinstellungsunterschiede anders ausgefallen wären.

Ein weiterer Faktor, der in unserer Studie nicht untersucht wurde, ist der Kontext, in dem das jeweilige Essen gesehen wurde und was die Versuchsperson mit dem Essen verbunden hat. Feather et al. (1998) fanden in ihrer Fragebogen- Studie heraus, dass es entscheidend war, in welchem Kontext das Essen präsentiert wurde, damit es für attraktiv gehalten wurde und die Essenswahl darauf fiel. Im Rahmen unseres Studiendesigns war es nicht möglich auf den Kontext einzugehen, dennoch sollte im Hinterkopf behalten werden, dass eben auch dieser Kontext, in dem das Essen präsentiert wird, ein möglicher Einflussfaktor auf die Essensbewertung sein kann.

3. EEG- Studie

3.1. Basis der EEG- Studie/ Vorarbeiten

Der experimentelle Aufbau der EEG- Studie basierte auf früheren Studien, welche bereits mit solchen Verfahren gearbeitet hatten. Skrandies (1998) verwendete 85 Wörter, welche durch eine Fragebogen- Studie eindeutig zu den Osgood'schen Faktoren *E*, *P* und *A* und der jeweiligen Polarität zugeteilt wurden, als visuelle Wort- Stimuli für seine EEG- Studie. Dabei konnte er feststellen, dass es vor allem in den frühen Komponenten (zwischen 80 und 265ms) zu Unterschieden bei der Verarbeitung unterschiedlicher semantischer Klassen kommt. Eine ausführliche Darstellung über die Basis dieser Experimente und die Analyse von Latenz, GFP und Topographie wurde in einer Übersichtsarbeit von Skrandies (2005) aufgeführt.

Ein weiterer wichtiger Aspekt für diese EEG- Studie war, dass durch Worte verschiedene Sinnesmodalitäten aktiviert werden können. Djordjevic et al. (2005) konnten in ihrer Studie aufzeigen, dass durch die Vorstellung bestimmter Gerüche Hirngebiete aktiviert werden, welche tatsächlich für die Verarbeitung olfaktorischer Reize aktiviert werden. Skrandies und Reuther (2008) konnten aufzeigen, dass sich bei unterschiedlich gepaarten (passend und nicht- passend) Reizworten (Geruch oder Geschmack kombiniert mit Farbe oder Lebensmittelwort) unterschiedliche Hirnaktivität erzeugen lassen. Zudem konnten sie darstellen, dass die meisten signifikanten Effekte bereits sehr früh auftraten (100ms) und interpretierten dies als einen Hinweis für die schnelle Verarbeitung von Informationen über Geruch, Geschmack, Farbe und Lebensmittel.

3.2. Methodik

3.2.1. Experimenteller Aufbau

Für die EEG- Studie sollten den Probanden eindeutige Lebensmittel- Wortreize, die in der Fragebogenanalyse gefunden wurden und die drei Faktoren *E*, *P* und *T* repräsentieren, dargeboten werden. Ziel der EEG- Studie sollte es sein, herauszufinden, ob sich Unterschiede in der Hirnaktivität bezüglich der drei Faktoren, bzw. sechs Reizklassen (siehe unter 3.2.2.) finden lassen. Im Anschluss an das Aufzeichnen der Hirnaktivität wurde für jeden Probanden für jede der sechs Reizklassen ein gemitteltes Evoziertes Potential berechnet. Für die Analyse wurden anschließend die Latenz, die Feldstärke (GFP, Global Field Power) und die Lokalisation der Schwerpunkte

betrachtet. In dieser Studie sollte ein besonderes Augemerck darauf gelegt werden, ob sich geschlechtsspezifische Unterschiede bei der Verarbeitung der dargebotenen Reize finden lassen.

Als Kontrollbedingung wurden den Probanden ein Schachbrettmuster- Umkehrreiz einmal im linken, im rechten und im zentralen Gesichtsfeld präsentiert und die evozierten Potentiale gemessen.

3.2.2. Reizklassen und Reizworte

Ein Faktor, bzw. eine Dimension, besitzt zwei Polaritäten. Als Reizklasse wurden keine Faktoren verwendet, sondern die Kombination aus Polarität und Faktor. So erhielten wir bei der Fünf- Faktoren- Analyse zehn Reizklassen und bei der Drei- Faktoren- Analyse sechs Reizklassen.

Jedes Lebensmittel, das in der Fragebogen- Studie bewertet wurde, zeigte zu den gefunden Faktoren einen bestimmten Faktorwert, der darüber Auskunft gab, in wie weit die Merkmale des Faktors in diesem Lebensmittel ausgeprägt sind. Dafür gab es grob drei Möglichkeiten. Erstens konnte der Faktorwert einen hohen positiven Wert einnehmen, was bedeutete, dass dieses Lebensmittel die Merkmale des Faktors stark positiv ausgeprägt hat. Zweitens konnte das Lebensmittel einen hohen negativen Wert besitzen, was folglich bedeutete, dass das Lebensmittel in einem hohen Maße die negativen Merkmale des Faktors innehat. Bei der dritten Möglichkeit schwankte der Faktorwert eines Lebensmittels um Null. In diesem Fall zeigte das Lebensmittel wenig bis keine Merkmale des Faktors.

In Anbetracht der Tatsache, dass die Faktoren der Fragebogenstudie auch als Reizklassen für die EEG- Studie dienen sollten und für fünf und vier Faktoren nicht genügend eindeutig zuzuordnende Reizworte für jede Reizklasse gefunden werden konnten, wurde sich darauf geeinigt die Drei- Faktoren- Ergebnisse (siehe 2.6.1.2.) als Basis für die EEG- Studie zu nehmen.

Durch die Polaritäten der Faktoren **E**, **P** und **T** ließen sich folglich sechs Reisklassen **E+**, **E-**, **P+**, **P-**, **T+** und **T-** bilden. Analog zu der Vorgehensweise bei fünf Faktoren wurden eindeutige Lebensmittelreize für die jeweilige Reizklasse gesucht. Zunächst wurden die Faktorwerte der einzelnen Lebensmittel für den jeweiligen Faktor berechnet. Anschließend konnte die Zuteilung anhand der Polarität und des Betrags des Faktorwertes erfolgen. Tab. 10 ist eine Darstellung von zwölf beispielhaften Lebensmittelworten, deren Faktorwerten und der daraus sich ergebenden Reizklasse.

Tab. 10: Darstellung von zwölf Lebensmitteln, ihren Faktorwerten für **E**, **P** und **T**, und ihrer Reizklassen.

Lebensmittel:	Faktor E	Faktor P	Faktor T	Reizklasse
Mandarine	0,97	-0,17	0,15	E+
Mango	0,99	-0,02	0,31	E+
Kapern	-1,59	-0,07	-0,14	E-
Senf	-1,16	0,10	0,11	E-
Karotte	0,34	1,03	-0,17	P+
Haselnuss	-0,18	0,92	-0,34	P+
Pudding	0,33	-1,56	0,56	P-
Butter	-0,26	-1,08	0,35	P-
Tomate	0,37	0,12	1,15	T+
Sprudel	-0,28	0,34	1,30	T+
Eintopf	-0,01	0,05	-0,91	T-
Toast	0,31	-0,04	-0,91	T-

Voraussetzung für die eindeutige Zuordnung eines Lebensmittels zu einer bestimmten Reizklasse war, dass das Lebensmittel zu einem bestimmten Faktor einen sehr hohen betraglichen Faktorwert, mind. $>0,7$, aufweisen konnte und die betragliche Differenz zwischen diesem hohen Faktorwert und den beiden anderen Faktorwerten jeweils mind. $>0,3$ war. So ergab sich z.B. für das Lebensmittel „Mango“ mit 0,99 ein sehr hoher Faktorwert zu **E**, hingegen zu **P** mit $-0,02$ und zu **T** mit 0,31 niedrige Faktorwerte. Da die Differenzen mit 1,01 (Faktorwert **E** - Faktorwert **P**) und mit 0,68 (Faktorwert **E** - Faktorwert **T**) jeweils $>0,3$ waren, konnte das Lebensmittel „Mango“ eindeutig der Reizklasse **E+** zugeordnet werden. Abb. 6 sollte die eindeutige Zuteilung der Lebensmittel der Tab. 10 für die Faktoren **E** und **P**, bzw. die Reizklassen **E+**, **E-**, **P+** und **P-** veranschaulichen.

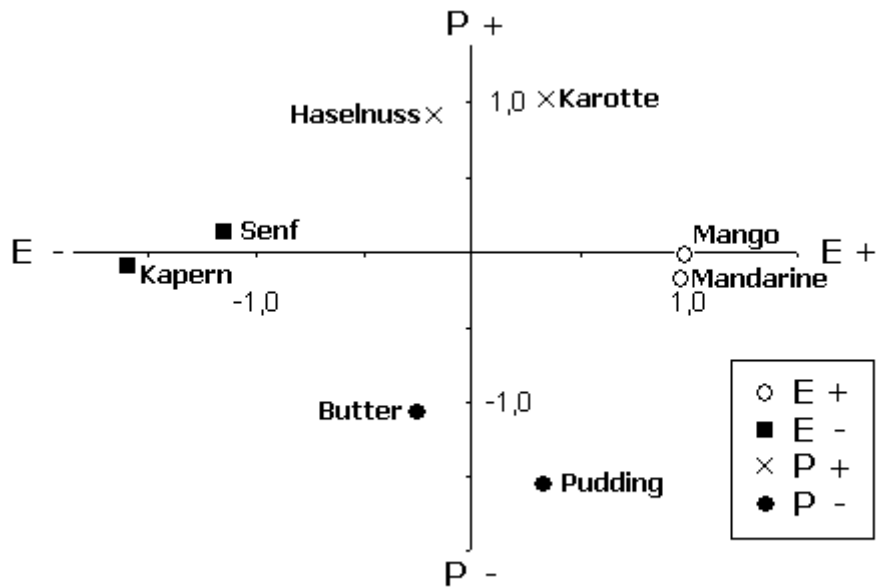


Abb. 6: Zweidimensionale Darstellung von acht eindeutigen Lebensmittel-Reizworten. Die Achsen werden jeweils von den Faktoren E und P gebildet.

Anhand der Grafik wurde dargestellt, dass die eindeutigen Lebensmittel-Reizwörter auf einer Achse hohe Werte erreichen, wohingegen sie auf der anderen Achse um Null liegen. Analog zu dieser Darstellung konnten die Lebensmittel auch in Bezug auf E und T , bzw. P und T aufgetragen werden. Insgesamt konnten 78 der 197 in der Fragebogenstudie angebotenen Lebensmittel eindeutig zu der jeweiligen Reizklasse zugeordnet werden. Pro Reizklasse lag die Anzahl der eindeutigen Lebensmittelwortreize zwischen sieben und 25. Die genaue Einteilung ist im Anhang unter Tab. T13 zu finden.

3.2.3. Versuchsdurchführung

Vor der EEG-Messung wurde jede Versuchsperson einer Visusprüfung unterzogen. Dazu wurden Landolt-Ringe verwendet, die durch einen Polatest präsentiert wurden. Zunächst wurde jedes Auge monokular getestet und anschließend binokular getestet.

Des Weiteren wurden die Probanden gebeten, Angaben zu Augendominanz, Sehschärfekorrekturen, Augenerkrankungen und chronischen Erkrankungen zu machen. Zusätzlich wurde von jedem Probanden der nach Oldfield modifizierte Händigkeits-Fragebogen beantwortet. Dafür verwendeten wir die nicht modifizierte, deutsche Version des Oldfield-Händigkeitstests (Oldfield 1971).

Bei der sich anschließenden EEG- Messung saßen die Probanden in einem abgedunkelten Nebenraum in einem Abstand von 1,10 m zu einem PC- Monitor (Elsa Ecom 24H96), auf dem die Lebensmittel- Wortreize präsentiert wurden. Diese wurden von einem Computer kontrolliert dargeboten. Nebenan konnten die dargebotenen Reize an einem Bildschirm mitverfolgt werden und gleichzeitig die EEG- Messungen der einzelnen Elektroden an einem zweiten Bildschirm vom Versuchsleiter beobachtet werden. Die Reizklassen wurden binär kodiert und gleichzeitig mit dem EEG aufgezeichnet. Somit konnte die gemessene Hirnaktivität einer bestimmten Reizklasse zugeordnet werden und anschließend die gemittelten evozierten Potentiale für die jeweilige Reizklasse berechnet werden.

Bevor dem Probanden die Lebensmittelwortreize präsentiert wurden, wurde ein Schachbrettmuster- Umkehrreiz als Kontrollbedingung gemessen. Dabei wurde dem Probanden ein Schachbrettmuster dargeboten, welches $20,7^{\circ} \times 14,7^{\circ}$ (Breite x Höhe) groß war und die Größe der einzelnen Karos $37'32''$ betrug. Der Betrag der mittleren Leuchtdichte war 31 cd/m^2 , der Kontrast lag bei 97% und der Kontrastwechsel erfolgte alle 400ms, was einer Umkehrfrequenz von 2,5 Wechsel/s entsprach. Der Schachbrettmusterumkehrreiz wurde zunächst auf der linken Bildschirmhälfte dargeboten, in einem zweiten Durchgang auf der rechten Bildschirmhälfte und im dritten Durchgang dann schließlich auf der ganzen Bildschirmfläche. In der Mitte des Bildschirms war ein kleiner Punkt, auf dem zufällig Zahlen von 0- 9 erschienen. Der Proband wurde vor der Durchführung der Schachbrettmuster- Kontrollbedingung instruiert, sich möglichst nicht zu bewegen, den Punkt in der Mitte des Bildschirms als Fixationspunkt anzuvisieren und die darauf erscheinenden Zahlen zu addieren.

Anschließend wurden dem Probanden 16 Reizblöcke präsentiert. Ein Reizblock bestand aus einem drei Sekunden langen Countdown („3“, „2“, „1“) und 75 Lebensmittelwortreizen. Jede Zahl und jeder Lebensmittelwortreiz wurden eine Sekunde lang dargeboten, somit dauerte ein Reizblock insgesamt 78 Sekunden. Insgesamt wurden jedem Probanden 1200 Lebensmittelwortreize präsentiert, d.h. 200 Lebensmittelwortreize aus jeder Reizklasse. Da nur eindeutige Lebensmittelwortreize verwendet wurden und in jeder Reizklasse unterschiedlich viele eindeutige Lebensmittelreize vorhanden waren, wurden einzelne Lebensmittel- Worte unterschiedlich oft präsentiert. Mittels des Windows- Programms Excel wurden durch Randomisierung die 16 Reizblöcke erstellt.

Die Lebensmittelwortreize waren im Durchschnitt 6,94 Buchstaben lang. Dabei gab es keinen signifikanten Unterschied zwischen den durchschnittlichen Wortlängen der sechs Reizklassen. (siehe Tab. T14 im Anhang). Die Reizworte wurden schwarz auf weißem Hintergrund in der Bildschirmmitte dargeboten. Der Schrifttyp war Arial.

Die Probanden waren dazu angeleitet, sich während der Reizblöcke möglichst nicht zu bewegen und sich die einzelnen Worte anzuschauen. Dabei sollten sie versuchen, sich die dargebotenen Lebensmittel möglichst plastisch vorzustellen. Die Versuchspersonen wurden dazu aufgefordert alle Sinnesassoziationen, die beim Lesen des Lebensmittels auftraten, zuzulassen, egal um welche Sinnesmodalität es sich handeln sollte. Des Weiteren wurde den Probanden erklärt, falls sie Lebensmittel der Reizblöcke nicht kennen sollten, sich zu melden, damit für den Rest des Experimentes keine Unklarheiten mehr bestehen sollten.

Nach einem Reizblock bestand die Möglichkeit eine kurze Pause zu machen. Diese Möglichkeit wurde von den einzelnen Probanden unterschiedlich genutzt und bis auf fünf Minuten ausgeweitet.

Im Anschluss an die 16 Reizblöcke bekamen die Probanden eine Wortliste vorgelegt, auf denen sich insgesamt 187 Lebensmittelworte befanden. Davon waren 72 auch in den Wortlisten des EEG- Experiments. Die Versuchspersonen sollten alle Lebensmittel, die sie aus dem Versuch wiedererkannten, markieren. Dieser Test sollte zeigen, wie aufmerksam die Probanden während des EEG- Experiments waren.

3.2.4. Versuchspersonen

Insgesamt nahmen 43 Personen an der EEG- Studie teil. In die Analyse der EEG- Daten wurden aber nur 40 Versuchspersonen eingeschlossen, da die Daten von zwei Versuchspersonen, VP1 und VP43, aufgrund von technischen Schwierigkeiten nicht verwertet werden konnten. Eine weitere Versuchsperson, VP39, wurde von der Auswertung ausgeschlossen, da diese Versuchsperson bei der im Anschluss an das EEG- Experiment stattfindenden Aufmerksamkeitskontrolle 35 Fehler gemacht hatte, was mehr als die dreifache Standardabweichung (= 18,04 Fehler) von der durchschnittlichen Fehleranzahl der Probanden (5,14 Fehler) entfernt war.

Somit konnten Daten von 40 Versuchspersonen, 20 männliche und 20 weibliche, zur EEG- Analyse herangezogen werden. Das durchschnittliche Alter betrug 24,11 Jahre, wobei das durchschnittliche Alter der Frauen 21,38 Jahre, das Männliche 25,79 war. Das Alter unterschied sich signifikant zwischen den Frauen und Männern. Bei den

folgenden Analysen wurde deshalb zusätzlich immer eine Kovarianzanalyse durchgeführt um einen Einfluss des signifikanten Altersunterschieds auszuschließen (eine genaue Auflistung der Versuchspersonen finden sie im Anhang unter Tab. T15).

3.2.5. EEG- Messung

Für die EEG- Messung wurde ein 30- Kanal- EEG abgeleitet. Die Elektroden wurden mit Hilfe einer Haube auf dem Kopf des Probanden fixiert. Die Anordnung erfolgte standardmäßig. Der Abstand zwischen den einzelnen Elektroden betrug 15% des Nasion- Inion- Abstands. Die mittlere Elektrode der letzten Reihe (Oz- Elektrode) wurde 5 % des Nasion- Inion- Abstands weit vom Inion platziert, die Referenzelektrode befand sich bei 50 % des Nasion- Inion- Abstands. Zur Auswertung wurden die EEG- Daten gegen die gemittelte Referenz umgerechnet. Eine Darstellung der Anordnung der Elektroden zeigt Abb. 7.

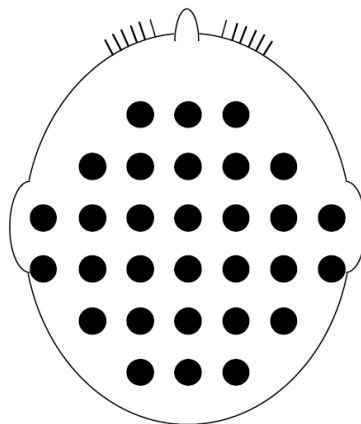


Abb. 7: Anordnung der Elektroden für das 30- Kanal- EEG

Um Augenbewegungen registrieren zu können, wurden zwei Elektroden bipolar abgeleitet, eine über dem rechten Auge und eine unterhalb des rechten Auges, angebracht. Die Ableitung ermöglichte bei der späteren Auswertung der EEG- Daten Augenbewegungs- Artefakte vor der Mittelung der EEG- Daten für die evozierten Potentiale auszuschließen.

Das EEG wurde über einen EEG- Verstärker mit einem Bandpass zwischen 0,5 und 70 Hz (Braintronics Control 1032) verstärkt. Anschließend wurde es mit einer Rate von 500 Hz digitalisiert und gespeichert. Für die weiteren Analysen wurden die Daten zwischen drei und 35 Hz digital gefiltert.

Im Anschluss an die EEG- Messung wurden offline die evozierten Potentiale für jede Versuchsperson und jede Reizklasse berechnet, so dass letztendlich jeweils sechs x 30

Kanäle vorlagen und anschließend sechs verschiedene evozierte Potentiale pro Versuchsperson berechnet wurden.

3.2.6. Auswertung der Messdaten und statistische Methoden

3.2.6.1. Definitionen

Unter diesem Abschnitt sollte nun noch einmal klar definiert werden, wobei es sich um Faktoren, Polaritäten und Reizklassen handelt. Unter Faktoren (= Dimensionen) definieren wir die drei Faktoren *E*, *P* und *T*, welche anhand der Fragebogenstudie durch Faktorenanalyse berechnet werden konnten. Jeder Faktor besitzt zwei Polaritäten + und -. Durch Kombination der drei Faktoren mit den jeweils 2 Polaritäten erhalten wir die sechs Reizklassen *E+*, *E-*, *P+*, *P-*, *T+* und *T-*.

3.2.6.2. Potentialkarten

Zuerst wurden die EEG- Rohdaten von Artefakten befreit, die z.B. durch Muskelbewegungen und Augenzwinkern entstanden sind. Anschließend wurde aus den gemessenen Potentialen aller 29 Elektroden ein gemittelter Referenzwert für jeden erfassten Zeitpunkt errechnet. Danach wurden die Potentialdifferenzen zwischen der gemittelten Referenz und dem Potential der jeweiligen Elektrode berechnet. Jede Elektrode bekam so den Wert ihrer Potentialdifferenz errechnet. Die Potentialkarten erhielt man indem man den unterschiedlichen Potentialdifferenzen Farben zuordnete. In unserem Beispiel (siehe Abb. 8) wurden positive Potentialdifferenzen mit der Farbe Rot dargestellt, negative Potentialdifferenzen mit der Farbe Blau. In unserem Beispiel wurden Potentialdifferenzen in einem Bereich von $-2,0\mu\text{V}$ bis $+2,0\mu\text{V}$ dargestellt. Dieser Bereich wurde in 11 Farbbereiche unterteilt, so dass eine Farbstufe einen Bereich von $0,36\mu\text{V}$ abdeckte. Je intensiver die jeweilige Farbe war, desto stärker war die Potentialdifferenz, je blasser sich die Farbe darstellte oder sich ein Bereich als weiß darstellte, desto näher befand sich die Potentialdifferenz bei $0\mu\text{V}$. Dabei konnte der Zeitbereich für die einzelnen Potentialkarten beliebig gewählt werden mit einem minimalen Zeitbereich von 2ms. In unserer Abbildung wurde ein Zeitintervall von 10ms gewählt. Diese Serien von Potentialkarten wurden für jede Versuchsperson, sowie für jede Reizklasse erstellt, d.h. es gab 40×6 Potentialkartenserien.

Auf Abb. 8 konnten die Potentialkarten von Versuchsperson 17 für die Reizklassen *T+* aufgeführt werden. Man konnte erkennen, dass sich zwischen 65 und 125ms eine

okzipitale Positivität, sowie eine frontale Negativität darstellen lässt. Von 135 bis 195ms bestand eine linksfrontal betonte Positivität, sowie eine rechts okzipital betonte Negativität.

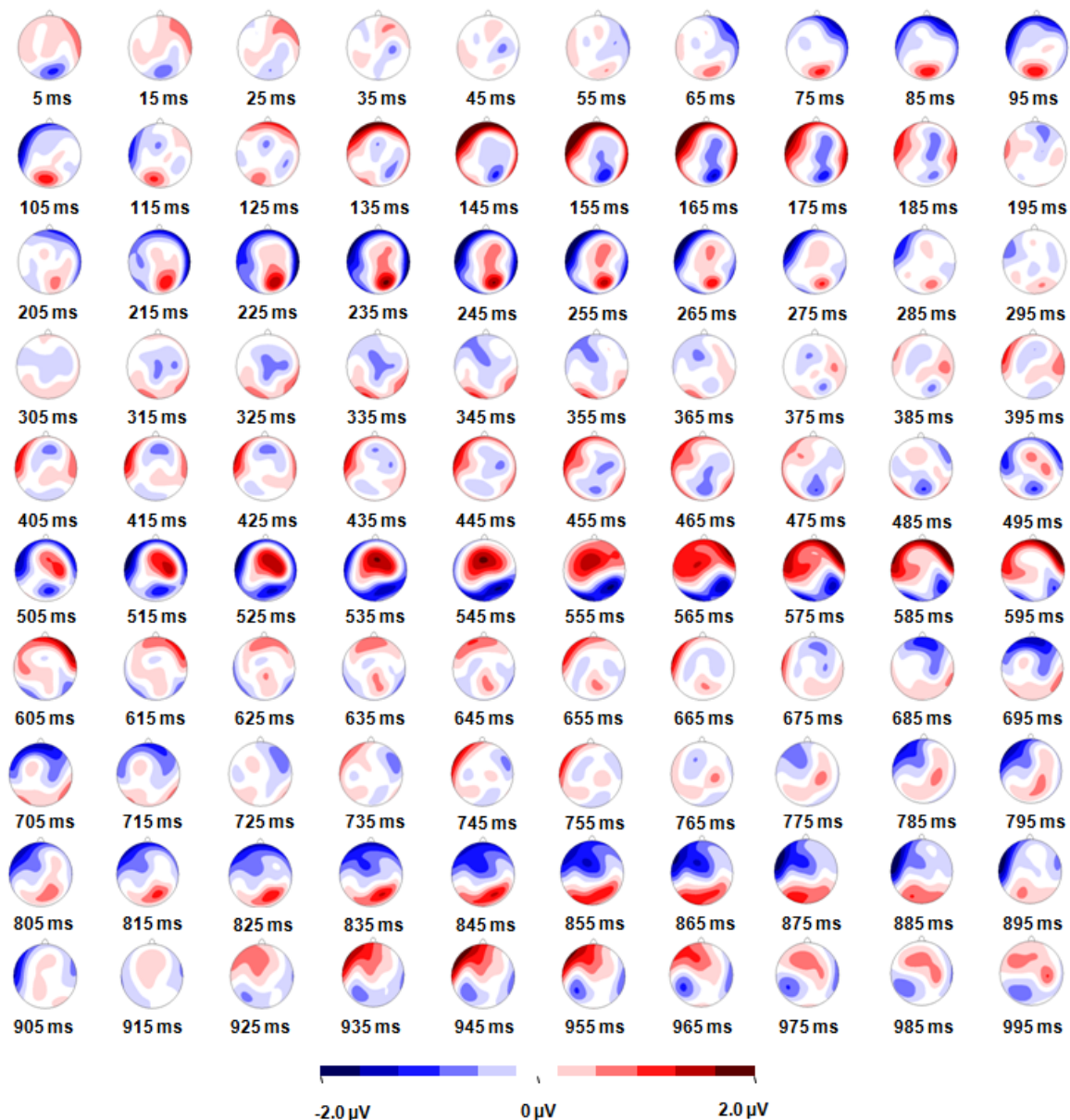


Abb. 8: Potentialkarten der Versuchsperson 17 für die Reizklasse T+. Positive Potentialdifferenzen sind rot markiert (bis max. $2,0\mu\text{V}$), negative Potentialdifferenzen sind blau markiert (bis max. $-2,0\mu\text{V}$). Genaue Beschreibung siehe Text unter 3.2.6.2.

Anschließend kam es wieder zu einem Wechsel mit einer zentral und okzipital bestehenden Positivität und einer linksfrontal betonten Negativität von ca. 205 bis 265ms. Darauf nahm die Intensität der Potentialdifferenzen ab um von 315 bis 355ms noch einmal leicht an Intensität zuzunehmen (zentrale bis linksfrontale Negativität und okzipitale Positivität). Folglich kam es wieder zu einem Wechsel mit einer frontal zentralen Negativität und einer beidseitig frontalen lateralen Positivität (ca.385 bis

435ms). Ab 495 bis 615ms zeigte sich zunächst eine starke rechtszentrale Positivität, welche sich dann nach frontal ausweitete, sowie eine zunächst „kreisförmige“ Negativität, welche sich im Verlauf auf okzipital konzentrierte. Anschließend ließ sich eine frontale und okzipitale Positivität, sowie eine schwache beidseitig- laterale, okzipitale Negativität darstellen (625 bis 665ms). Daraufhin zeigte sich ab 675ms bis 725ms eine frontale Negativität. Ab 775ms bis 905ms konnte erneut eine starke linksfrontal betonte Negativität, sowie eine rechtsokzipital betonte Positivität dargestellt werden. Schließlich zeigte sich ab 915 bis 995ms eine linksfrontale Positivität und eine linksokzipitale Negativität.

Man konnte erkennen, dass es bei den Potentialkarten Zeitintervalle gibt, welche eine relativ konstante Darstellung der Verteilung der Potentialdifferenzen aufweisen um dann plötzlich eine andere Verteilung der Potentialdifferenzen anzunehmen. Diese sprunghafte Änderung der Potentialdifferenzen wurde auch als „jump-type-change“ (Lehmann und Skrandies 1984) benannt. Die Zeitbereiche mit den „stabilen“ Verhältnissen der Potentialdifferenzen mit gleichzeitig vorhandener hoher GFP entsprachen den Komponenten, welche durch neuronale Verarbeitungsprozesse ausgelöst wurden und unter 3.2.6.3 noch ausführlicher erklärt wurden.

3.2.6.3. GFP, Komponenten und Schwerpunkte

Ausgehend von den Potentialkarten konnte schließlich auch die GFP errechnet werden. Nach Erhalt des gemittelten Referenzwertes zu jedem erfassten Zeitpunkt über alle 29 Elektroden, wurde die Potentialdifferenz für jede der 29 Elektroden zum gemittelten Referenzwert errechnet. Anschließend wurden die Potentialgefälle zwischen den Potentialdifferenzen aller 29 Elektroden zueinander berechnet. Der Durchschnittswert aller zu einem Zeitpunkt gemessenen Potentialgefälle ergab die GFP (Global Field Power). Die GFP wurde alle zwei Millisekunden über die 1000ms der Dauer einer Reizdarbietung berechnet. Dieser Vorgang wurde für alle sechs Reizklassen und alle 40 Versuchspersonen analog durchgeführt. So erhielt man für jede Reizklasse 40 Excel-Tabellen, in denen die GFP (Global Field Power) alle zwei Millisekunden über 1000ms aufgelistet wurde.

Anschließend wurden die GFP- Tabellen normiert, damit sie besser vergleichbar waren. Ausgehend vom höchsten GFP- Wert, der auf 100% normiert wurde, wurden auch alle anderen GFP- Werte entsprechend ihrem prozentualen Anteil auf Prozentwerte angepasst.

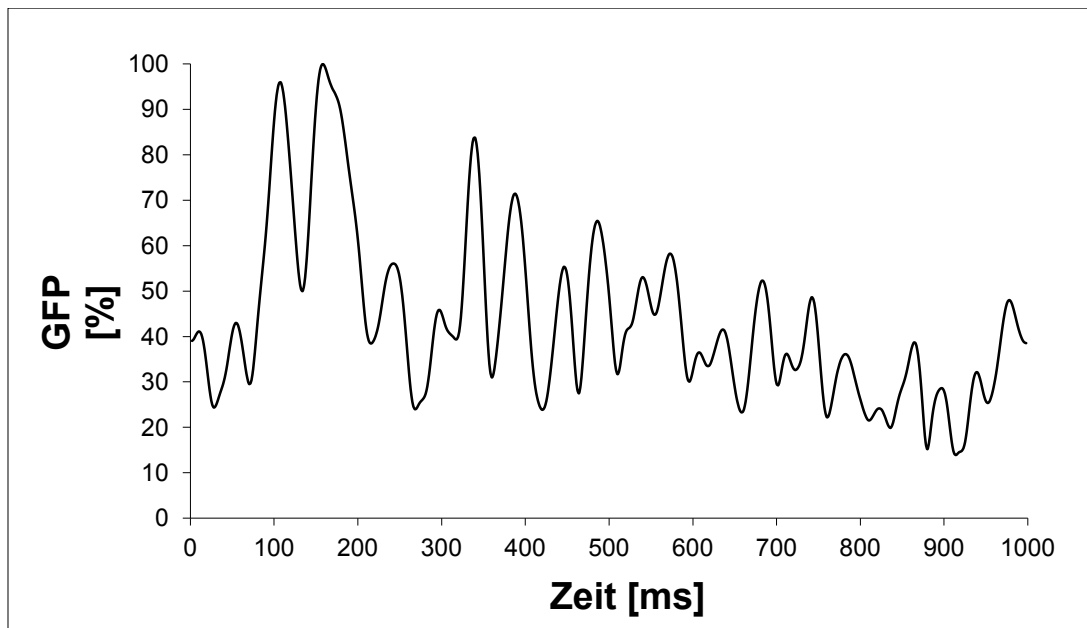


Abb. 9: Darstellung der GFP von Versuchsperson 13 für die Reizklasse **E+**

Zur Veranschaulichung dient Abb. 9, in welcher beispielhaft die normierte GFP von Versuchsperson 13 zur Bedingung der Reizklasse **E+** gegen die Zeit aufgetragen wurde. Anschließend wurden alle GFP- Tabellen miteinander verglichen und innerhalb der 1000 ms- Reiz- Expositionszeit Zeitbereiche gesucht, in denen jede Versuchsperson ein GFP- Maximum aufweisen kann. Es konnten elf Zeitbereich- Komponenten gefunden werden, die in Tab. T16 im Anhang genau aufgelistet sind. Sie wurden im Folgenden jeweils nach der Mitte ihres Zeitbereichs benannt. So wurde aus der ersten gefunden Komponente zwischen 80 und 134ms eine Komponente 107 $[(80\text{ms}+134\text{ms})/2=107\text{ms}]$. Die Benennung der folgenden zehn Komponenten erfolgte analog.

Innerhalb der elf Komponenten wurde darauffolgend nach signifikanten Ergebnissen gesucht. Dabei wurden die Latenz und die GFP der evozierten Potentiale analysiert. Zusätzlich wurden die topographischen Merkmale der elektrischen Felder bestimmt. Bei der Analyse der topographischen Merkmale wurde nach der Lokalisation der positiven und negativen Schwerpunkte (= Centroiden) zum einen in anteriorer- posteriorer Richtung (= von der Stirnseite zum Hinterhaupt) und zum anderen in Links- Rechts- Richtung gesucht. Mit Hilfe des Statistikprogramms SSPS wurden die Daten einer Kovarianzanalyse mit Mess- Wiederholung unterzogen.

3.3. Ergebnisse der EEG- Studie

Durch die Analyse der evozierten Potentiale konnten Daten für die Latenz, die GFP und die Schwerpunkte gewonnen werden. In allen drei Bereichen wurde anschließend nach

signifikanten Ergebnissen innerhalb der elf Komponenten gesucht. Dabei wurde jeweils untersucht, ob es signifikante Haupteffekte für die Bedingung der drei Faktoren (*E*, *P* und *T*) oder der Polarität (positiv, negativ) gibt und ob die Interaktion zwischen den Faktoren und der Polarität signifikant ist. Diese Ergebnisse könnten in der Arbeit von Hiessl (2010), sowie die Haupteffekte bei Skrandies et al. (2009) nachgelesen werden. In dieser Arbeit wurde im Speziellen nach signifikanten Ergebnissen gesucht, bei denen das Geschlecht eine Rolle spielt. Demzufolge wurde eine Datenanalyse durchgeführt, um aufzuzeigen, ob es signifikante Haupteffekte für das Geschlecht in Bezug auf Latenz, GFP und die Topographie der Schwerpunkte gab oder signifikante Interaktionen zwischen dem Geschlecht, den Faktoren und der Polarität bestanden.

3.3.1. Signifikante Ergebnisse bei Analyse der Latenz

Es konnten bei Analyse der Latenz drei signifikante Ergebnisse gefunden werden, bei denen das Geschlecht Einfluss genommen hat. Sowohl in Komponente 480, als auch in Komponente 783 zeigten sich signifikante Interaktionen zwischen dem Geschlecht, dem Faktor und der Polarität.

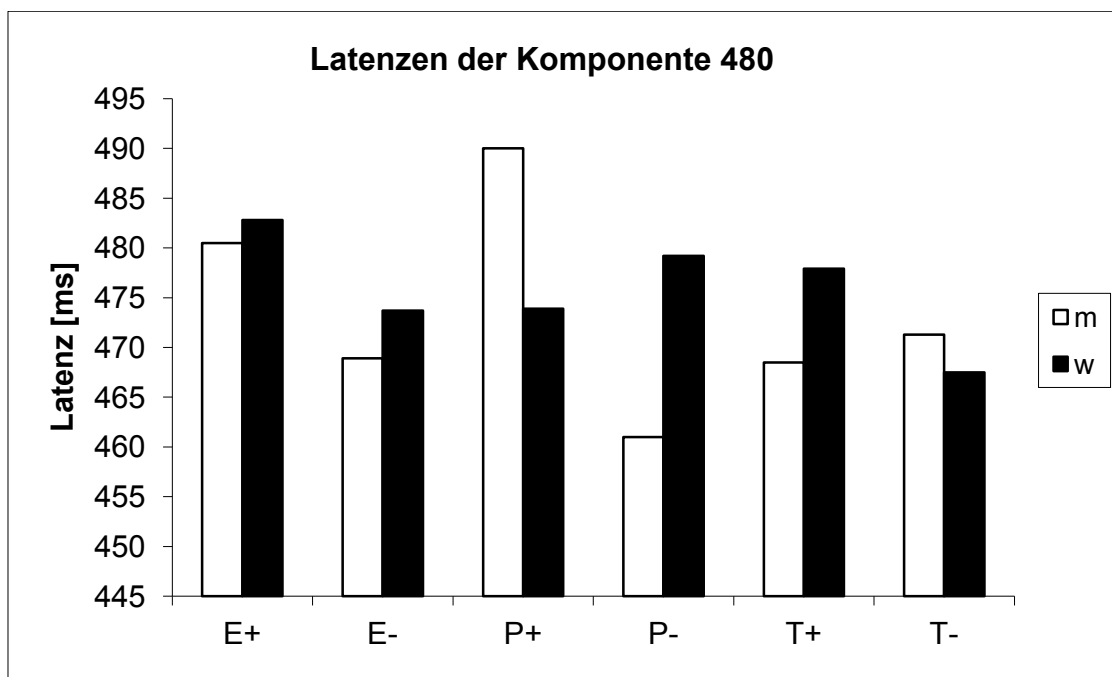


Abb. 10: Signifikante Geschlechts- Effekte der Latenz von Komponente 480 in Abhängigkeit der jeweiligen Reizklasse; weiße Balken = männliche Latenzen, schwarze Balken = weibliche Latenzen.

So konnte dargestellt werden, dass sich in Komponente 480 ($F(2,76)=6,04$; $p < 0,01$) die Geschlechtsgruppen in Bezug auf *E* gleichsinnig verhalten, die Latenz war bei *E+*

jeweils größer als bei **E-**, wohingegen sich Männer und Frauen gegensinnig bei **P** und **T** zeigten. Männer konnten die größeren Latenzen bei **P+** und **T-** aufweisen, Frauen bei **P-** und **T+**. In Komponente 783 ($F(2,76)=3,29$; $p < 0,05$) verhielten sich die Geschlechtsgruppen bei **P** gleichsinnig, **P+** zeigte jeweils die kleinere Latenz im Vergleich zu **P-**, bei **E** und **T** konnte wiederum unterschiedliche Tendenzen aufgefunden werden. Männer hatten größere Latenzen bei **E-** und **T+**, Frauen bei **E+** und **T-** (siehe Abb. A3 im Anhang für die Darstellung der Komponente 783).

Ein signifikanter Haupteffekt für das Geschlecht konnte in Komponente 946 gefunden werden. Die Männer hatten eine signifikant ($F(1,37)= 4,14$; $p < 0,05$) größere Latenz im Vergleich zu den Frauen.

3.3.2. Signifikante Ergebnisse bei Analyse der GFP

In Bezug auf die GFP zeigten die Frauen bei allen signifikanten Effekten die höheren GFP- Werte. Vier Effekte wurden jeweils in den aufeinander folgenden Komponenten 229, 304, 393 und 480 gefunden.

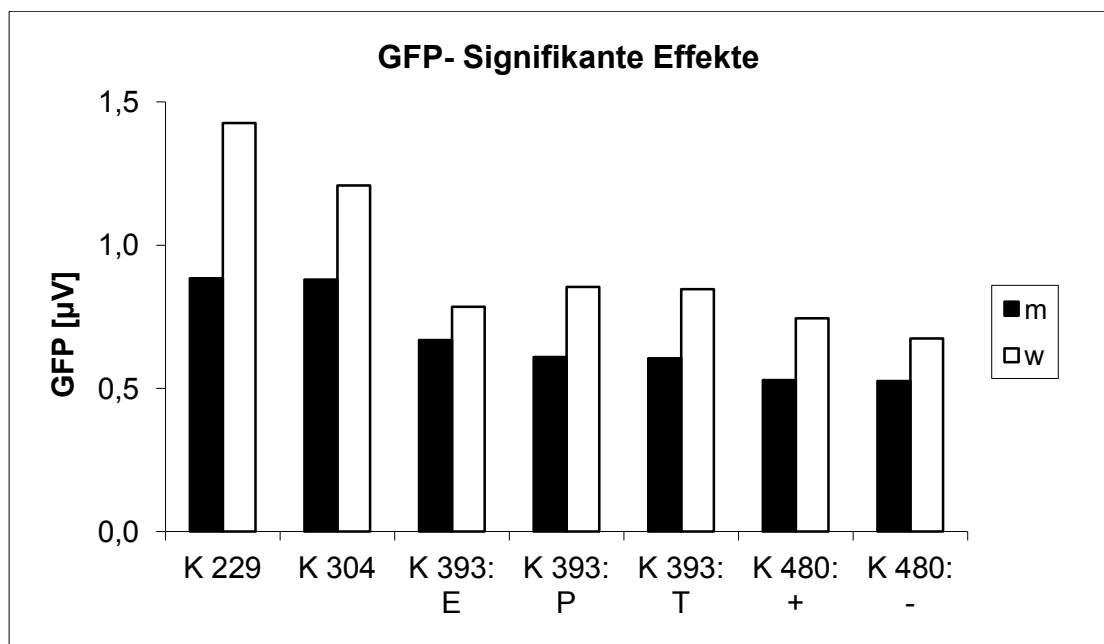


Abb. 11: Graphische Darstellung der signifikanten Geschlechtseffekte für die GFP; K= Komponente, E = Faktor **E**, P= Faktor **P**, T= Faktor **T**, += positive Polarität, - = negative Polarität; weiße Balken = weibliche GFP, schwarze Balken = männliche GFP

In Komponente 229 ($F(1,36)=11,50$; $p < 0,01$) und Komponente 304 ($F(1,37)=6,83$; $p < 0,05$) konnten Haupteffekte für das Geschlecht dargestellt werden, die Effekte in

Komponente 393 konnten eine signifikante Wechselwirkung ($F(2,76)=4,37$; $p<0,05$) zwischen den Faktoren und dem Geschlecht demonstrieren, wobei die Differenzen der GFP- Werte zwischen Männern und Frauen von *E* nach *T* nach *P* anstiegen. In Komponente 480 konnte eine signifikante Interaktion zwischen der Polarität und dem Geschlecht ($F(1,38)=4,37$; $p<0,05$) gefunden werden. Dabei lagen die GFP- Werte der positiven Polarität über den Werten der Negativen. Wiederum waren die GFP- Werte der Frauen deutlich größer als die Werte der Männer.

3.3.3. Signifikante Ergebnisse bei Analyse der Schwerpunkte

3.3.3.1. Positiver Schwerpunkt in der Rechts- Links- Richtung

Bei der Analyse der Lokalisation der positiven Zentroide (Schwerpunkte) auf der Links- Rechts- Achse konnten in vier Komponenten signifikante Effekte mit Einfluss des Geschlechts aufgezeigt werden.

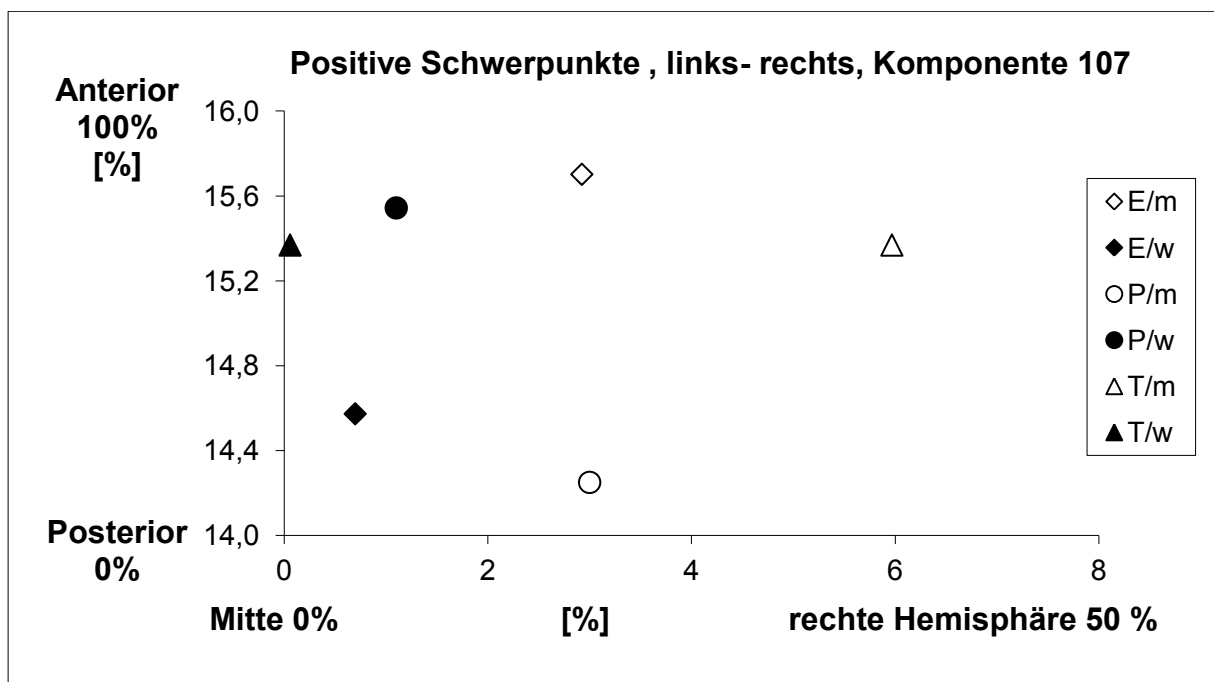


Abb. 12: Signifikante Effekte des positiven Schwerpunktes in Rechts- Links- Richtung; signifikante Geschlechts- Reizklassen- Interaktion; ausgefüllte Figuren stellen jeweils die weiblichen Schwerpunkte dar, die nicht ausgefüllten Figuren die Männlichen; Quadrate = Faktor *E*, Kreise = Faktor *P*, Dreiecke = Faktor *T*

Eine signifikante Interaktion ($F(2,76)=4,38$; $p<0,05$) zwischen den Faktoren und dem Geschlecht konnte in Komponente 107 in Bezug auf die Lokalisation des positiven Schwerpunktes nachgewiesen werden. Die positiven Zentroide der Frauen befanden sich allesamt näher an der Mittellinie, wohingegen die der Männer weiter nach rechts

lateralisierten. Dabei zeigte sich die größte Differenz zwischen der männlichen und weiblichen Gruppe bei Betrachtung der Lage der Schwerpunkte des Faktors **T** (siehe Abb. 12).

In Komponente 169 war ein signifikanter Haupteffekt ($F(1,37)=5,38$; $p<0,05$) für das Geschlecht aufzufinden. Hierbei befand sich der positive Schwerpunkt der männlichen Probanden auf der linken Hemisphäre, der Schwerpunkt der weiblichen Probanden auf der Rechten (siehe Abb. A4 im Anhang). Die Umkehr dieses Effekts zeigte sich in der Komponente 480. In diesem Zeitbereich befand sich der positive Zentroid der Männer auf der rechten Hemisphäre, der der Frauen auf der Linken. Auch dies war ein signifikanter Haupteffekt des Geschlechts. ($F(1,37)=7,88$; $p<0,01$). Eine graphische Darstellung finden sie im Anhang unter Abb. A5.

Eine signifikante Wechselwirkung ($F(2,76)=3,53$; $p<0,05$) zwischen dem Geschlecht, dem Faktor und der Polarität konnte in Komponente 862 in Bezug auf die Lage des positiven Zentroiden in Rechts- Links- Richtung dargestellt werden. Die positiven Schwerpunkte der männlichen Probanden befanden sich allesamt auf der linken Hemisphäre mit Ausnahme des positiven Schwerpunktes der Reizklasse **T+**. Bei den Frauen war die Verteilung der positiven Schwerpunkte in Rechts- Links- Richtung auf beide Hemisphären ausgeglichen, drei Zentroide befanden sich auf der linken Hemisphäre (**E-**, **P+** und **T+**) und drei auf rechten (**E+**, **P-** und **T-**). Die größten Differenzen der Lage der positiven Zentroide zwischen den Geschlechtern zeigten sich im Bereich des Faktors **T**, insbesondere der Reizklasse **T-**. Dort zeigte sich eine Differenz von 10,148 % in der Links- Rechts- Richtung.

3.3.3.2. Negativer Schwerpunkt in der Rechts- Links-Richtung

Bei Betrachtung der Lage der negativen Schwerpunkte in Rechts- Links- Richtung konnten fünf signifikante Effekte mit Geschlechtsbeteiligung innerhalb von vier Komponenten gefunden werden. In Komponente 107 waren bereits zwei dieser Effekte. Zum einen zeigte sich ein signifikanter Haupteffekt des Geschlechts ($F(1,37)=6,12$; $p<0,05$). Dabei befanden sich beide Schwerpunkte auf der linken Hemisphäre, allerdings war der negative Schwerpunkt der männlichen Probanden weiter lateral im Vergleich zum negativen Schwerpunkt der weiblichen Probanden, der sich sehr nahe an der Mittellinie befand (siehe Abb. A6 im Anhang). Zum anderen konnte eine signifikante Interaktion ($F(2,76)=3,18$; $p<0,05$) zwischen dem Geschlecht und dem Faktor gefunden werden. Dieses Ergebnis konnte den ersten Effekt verstärken, denn

auch hier befanden sich die negativen Schwerpunkte der Männer allesamt weiter links lateral im Vergleich zu den Schwerpunkten der Frauen (siehe Abb. 13). Die größte Differenz zwischen den Geschlechtern zeigte sich bei den Lokalisationen der Schwerpunkte des Faktor T analog zu den Ergebnissen der positiven Schwerpunkte in Rechts- Links- Richtung der Komponente 107 (siehe 3.3.3.1.).

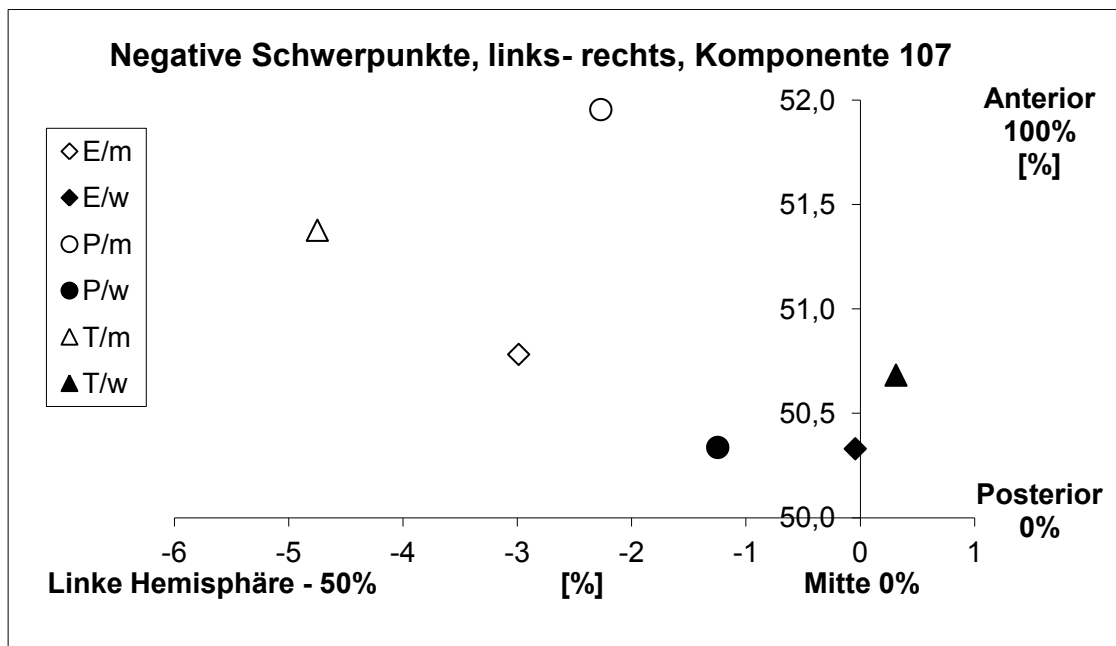


Abb. 13: Lokalisation der negativen Schwerpunkte in Rechts- Links- Richtung; signifikante Geschlechts- Faktor- Interaktion der Komponente 107; ausgefüllte Figuren = weiblich; leere Figuren= männlich; E = Faktor *E*, P = Faktor *P*, T = Faktor *T*

Ein weiterer signifikanter Haupteffekt des Geschlechts ($F(1,37)=4,78$; $p<0,05$) konnte in Komponente 480 nachgewiesen werden. Auch bei diesem Ergebnis konnte eine männliche Lateralisierung aufgezeigt werden. Wiederum lag der negative Schwerpunkt der männlichen Probanden weiter lateral auf der linken Hemisphäre, der negative Schwerpunkt der weiblichen Studienteilnehmer war näher an der Mittellinie auf der rechten Hemisphäre zu finden (siehe Abb. A7 im Anhang).

In Komponente 657 konnte eine signifikante Interaktion ($F(2,76)=3,13$; $p<0,05$) zwischen dem Geschlecht und dem Faktor aufgezeigt werden. Die negativen Schwerpunkte des Faktors *E* konnten bei beiden Geschlechtsgruppen ähnlich weit von der Mittellinie auf der rechten Seite gefunden werden, allerdings verhielten sich die Geschlechter bei den zwei anderen Faktoren *P* und *T* gegenläufig (siehe Abb. A8 im Anhang).

Eine signifikante Wechselwirkung ($F(2,76)=4,01$; $p<0,05$) zwischen dem Geschlecht, dem Faktor und der Polarität konnte in Komponente 862 gefunden werden. Die größten Unterschiede zwischen den Geschlechtern zeigte sich bei den Werten der negativen Schwerpunkte in Bezug auf die Links- Rechts- Richtung bei den Faktoren *E* und *T*.

3.3.3.3. Positiver Schwerpunkt in Anteriorer- Posteriorer- Richtung

Es konnten bei der Analyse der Lokalisation der positiven Schwerpunkte in anteriorer-posteriorer Richtung insgesamt fünf signifikante Effekte gefunden werden, bei denen das Geschlecht eine Rolle spielte.

Hierbei handelte es sich um zwei signifikante Interaktionen zwischen dem Geschlecht, dem Faktor und der Polarität- einmal in Komponente 107 ($F(2,76)=3,28$; $p<0,05$) und einmal in Komponente 862 ($F(2,76)=5,28$; $p<0,05$). Es war auffällig, dass sich die Geschlechter in diesen Zeitkomponenten bei den jeweiligen Faktoren *E*, *P* und *T* gegenläufig in Bezug auf die Polarität verhielten. Befand sich z.B. in der Komponente 107 der positive Schwerpunkt der Frauen von *E+* weiter anterior im Vergleich zu dem Schwerpunkt der Männer, lag der Schwerpunkt der Frauen von *E-* weiter posterior im Bezug auf die Lage des Schwerpunkts der Männer von *E-*.

Dieses gegenläufige Verhalten in Bezug auf die Polarität konnte auch bei der signifikanten Interaktion ($F(1,38)=4,17$; $p<0,05$) zwischen dem Geschlecht und der Polarität in der Komponente 946 nachgewiesen werden (siehe Abb. A11 im Anhang).

Dagegen lässt sich in Komponente 229, in der wiederum eine signifikante Wechselwirkung ($F(1,37)=4,45$; $p<0,05$) zwischen dem Geschlecht und der Polarität gefunden wurde, das gegenläufige Verhalten nicht darstellen. Dort sind die positiven Schwerpunkte der Frauen im Vergleich zu den positiven Schwerpunkten der Männer weiter anterior zu finden (siehe Abb. A9 im Anhang).

In der Komponente 657 konnte ein signifikanter Haupteffekt des Geschlechts ($F(1,37)=5,58$; $p<0,05$) nachgewiesen werden. Dabei lag der positive Schwerpunkt der männlichen Probanden weiter anterior im Gegensatz zum positiven Schwerpunkt der weiblichen Studienteilnehmern (siehe Abb. A10 im Anhang).

3.3.3.4. Negativer Schwerpunkt in Anteriorer- Posteriorer- Richtung

Bei der Analyse der Lokalisation der negativen Schwerpunkte in anteriorer- posteriorer Richtung konnten insgesamt drei signifikante Effekte gefunden werden. Dabei handelte

es sich zweimal um signifikante Interaktionen zwischen dem Geschlecht, dem Faktor und der Polarität, die sich in Komponente 304 ($F(2,76)=3,43$; $p<0,05$) und in Komponente 862 ($F(2,76)=6,28$; $p<0,05$) darstellten.

Entsprechend zu den Effekten, die bei den positiven Zentroiden in anteriorer-posteriorer Richtung aufgezeigt werden konnten, verhielten sich auch hier die Geschlechter gegenläufig in Bezug auf die Polarität.

Es zeigte sich in Komponente 657 ein signifikanter Haupteffekt des Geschlechts ($F(1,37)=8,01$; $p<0,01$). Ebenfalls wie bei der Betrachtung der positiven Zentroide (siehe 3.3.3.3.) lag auch der negative Schwerpunkt der Männer weiter anterior im Vergleich zu dem negativen Schwerpunkt der Frauen. Eine graphische Darstellung finden sie im Anhang unter Abb. A12.

3.4. Diskussion der EEG- Ergebnisse

3.4.1. Elf Zeitkomponenten als Schritte der kognitiven Verarbeitung

Durch Analyse der GFP- Kurven wurden elf Zeitkomponenten gefunden. Jede Versuchsperson zeigte dabei ein Maximum der GFP- Kurve bei jeder der sechs Reizklassen innerhalb dieser elf Zeitkomponenten. Im Allgemeinen wurden diese Komponenten als Schritte der Informationsverarbeitung angesehen (Skrandies, 2005), weshalb sie zur Analyse signifikanter Effekte herangezogen worden sind.

3.4.1.1. Frühe Komponenten: Latenz unter 200ms

Die erste gefundene Komponente 107 schloss einen Zeitraum von 80 bis 134ms ein. Somit konnten wir eine frühe Komponente bestätigen, die bereits von Skrandies (1998) dargestellt werden konnte. In der damaligen Studie wurden deutschen Probanden eindeutige Stimuli der Dimensionen *E*, *P* und *A* als Wortstimuli visuell präsentiert. Bereits damals konnte eine frühe Komponente mit einer mittleren Latenz von 107ms gefunden werden. Zudem zeigten sich in dieser Komponente signifikante Effekte für die Latenz (Effekt in Abhängigkeit der Faktoren), sowie für die negativen und positiven Schwerpunkte (Effekte in Abhängigkeit der Faktoren und Polarität). Im Folgenden konnten diese Effekte auch kulturübergreifend dargestellt werden. Skrandies et al. (2004) präsentierten chinesischen Probanden Wortstimuli aus den drei Dimensionen *E*, *P* und *A* über einen Bildschirm. Die dortige erste Komponente grenzte einen Zeitbereich von 80 bis 130ms ein. Somit war sie fast identisch zu unserer ersten Komponente.

Skrandies et al. (2004) konnten für diese Komponente einen signifikanten Haupteffekt für die Polarität bezogen auf die Latenz nachweisen. Somit konnten auch sie darstellen, dass bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt die semantische Bedeutung einen Einfluss auf die Verarbeitung der Wortstimuli hat. Es wurde als ein Zeichen von schnellen Verarbeitungsprozessen in höheren neuronalen Netzwerken interpretiert, in welcher der visuelle Cortex Informationen in parallelen und abwechselnden Bedingungen erhält (Skrandies 2004).

Innerhalb der ersten Komponente 107 zeigte sich in den Hirnkarten eine starke okzipitale Positivität. Auch in den GFP- Kurven konnte ein stark positives Maximum dargestellt werden. Der Zeitraum und die okzipitale Lokalisation sind vergleichbar mit der P100, welche die Verarbeitung von visuellen Stimuli in der Sehrinde widerspiegelt. In unserer Studie konnte schon in dieser Komponente eine signifikante Geschlechter-Faktoren- Interaktion bei der Analyse der positiven Schwerpunkte festgestellt werden. Hier zeigte sich die größte Differenz zwischen den Geschlechtern bei dem Faktor **Textur** (siehe Abb. 12 und 13). Dieser Faktor bezog sich auf die Textur der Lebensmittel im Sinne der Konsistenz, sowie auf die visuellen Oberflächeneigenschaften der Lebensmittel. Amunts et al. (2007) konnten in ihrer postmortem- Studie aufzeigen, dass bei den Männern ein signifikant größerer rechtsseitiger Hirnbereich hOc5 nachzuweisen ist, der eine große Rolle in der Raumkognition zu spielen scheint. Bei den Frauen waren alle Hirnstrukturen, die in Bezug auf das visuelle Wahrnehmen betrachtet wurden (BA17, BA18 und hOc5) bilateral symmetrisch organisiert. Es schien demzufolge nicht verwunderlich, dass gerade bei der Texturebene, welche unter anderem die visuellen Textureigenschaften beinhaltet, die größten Geschlechtsunterschiede nachzuweisen waren. Es hatte den Anschein als würden diese Eigenschaften in unterschiedlichen Regionen wahrgenommen werden. Bei den Frauen zeigte sich die Aktivität nahe der Mittellinie, bei den Männern auf der rechten Hemisphäre.

Roalf et al. (2006) untersuchten in ihrer ERP- Studie das geschlechtsspezifische Verarbeiten von globalen und lokalen visuellen Stimuli. Bei der globalen Bedingung war das Zielobjekt großflächig zu erkennen, bei der lokalen Bedingung im Detail. Für die P100 konnten die Autoren ähnlich wie in unserer Studie weder einen Effekt für die Latenz noch für die GFP aufzeigen. Dennoch konnten sie auch bei der Analyse der Topographie eine signifikante Interaktion zwischen dem Geschlecht, der Elektrodenposition und der Bedingung feststellen. So konnten sie für die Männer für

alle Bedingungen eine bilaterale okzipitale Positivität nachweisen, bei den Frauen zeigte sich für die lokale Bedingung eine linksseitige okzipital schwächere Aktivität. Allerdings interpretierten die Autoren dieses Ergebnis im Sinne einer „paradoxen Lateralisation“, wie sie beim Schachbrettmusterumkehrreiz (Skrandies 2005) bekannt ist, als eine stärkere Aktivität der linken Hemisphäre, da diese für das Verarbeiten von Buchstaben die dominante Hemisphäre ist. Nichtsdestotrotz zeigte sich auch in Roalfs Studie ähnlich wie in unserer Studie zu diesem frühen Zeitpunkt ein geschlechtsbezogener signifikanter Effekt der Topographie.

Olofsson et al. (2008) deuteten in ihrer Review über das affektive Verarbeiten von Bildern die P1- und N1- Komponenten in einer Latenzspanne von 100- 200ms als Komponenten, die empfänglich für die physikalischen Eigenschaften der Stimuli sind und die frühe sensorische Verarbeitungsprozesse innerhalb des extrastriatalen visuellen Kortex widerspiegeln. In unserer Studie waren die Stimuli Worte. Dabei wurden die Probanden dazu angehalten sich die Lebensmittel so plastisch wie möglich vorzustellen und alle sensorischen Empfindungen zu den Lebensmitteln zuzulassen. Es war daher anzunehmen, dass sich die Probanden die Lebensmittel visuell, auditiv, olfaktorisch oder gustatorisch vorstellten und somit auch die physikalischen Eigenschaften der Lebensmittel. Olofssons Deutungsweise der P1- und N1- Komponenten war mit unseren Effekten der Komponente 107 stimmig. Auch sie erwies sich empfänglich für die physikalischen Eigenschaften der Lebensmittel- Stimuli, die durch die drei Faktoren **E**, **P** und **T** repräsentiert wurden. Der Faktor **E** enthielt neben den affektiven auch olfaktorische Aspekte, der Stärkefaktor **P** beinhaltete neben der Stärke auch Aussagen zur Konsistenz der Lebensmittel im Sinne eines „Wie viel Kraft dafür benötigt wird“ und schließlich gab der Texturfaktor **T** Informationen über die Konsistenz im Sinne eines „Wie fühlt es sich an“, sowie über die visuellen Oberflächeneigenschaften der Lebensmittel wieder.

Zusätzlich konnten wir in unserer Studie in dieser Komponente noch Geschlechtsunterschiede bei der Lage der positiven Schwerpunkte nachweisen. Frauen aktivierten zur Komponente 107 für die Wahrnehmung der Faktoren okzipitale Bereiche nahe der Mittellinie, wohingegen die Männer auf die rechte Hemisphäre lateralisierten. Fast spiegelbildlich zeigte sich die signifikante Interaktion zwischen den Geschlechtern und den Faktoren für den negativen Schwerpunkt ebenfalls in Komponente 107. Die Männer lateralisierten auf die linke Hemisphäre, wohingegen die negativen Schwerpunkte der Frauen wiederum im Bereich der Mittellinie lokalisiert werden

konnten. Genauso wie bei der Lokalisation des positiven Schwerpunktes, war ebenfalls der Geschlechtsunterschied für den Texturfaktor am größten. Skrandies (2005) wies in seiner Review darauf hin, dass identische Hirn- Potentialfelder entweder durch identische oder eben nicht durch identische Nervenzellgruppen erzeugt werden können, wohingegen nicht- identische Potentialfelder von sich unterscheidenden Nervenzellgruppen entstehen müssen. Es konnte somit aufgezeigt werden, dass Männer und Frauen beim frühen Verarbeiten der Lebensmittelstimuli für die semantischen Kategorien unterschiedliche Nervenzellpopulationen aktivieren.

Einen weiteren Punkt, den Olofsson et al. (2008) in seiner Review aufzeigen konnte, sind die größeren P1- Amplituden, die durch das Verarbeiten von unangenehmen Bildern im Vergleich zu erfreulichen und neutralen Bildern erzeugt werden. Auch in unserer ERP- Studie konnte für Komponente 107 ein signifikanter Effekt gefunden werden, der diese Aussage unterstützt. Es handelte sich dabei um eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren und der Polarität. Von allen sechs Reizklassen erzeugte die Reizklasse *E-*, in der sich die als negativ bewerteten Lebensmittel befanden, die größte GFP. Bei diesem Effekt hatte das Geschlecht keinen signifikanten Einfluss. Dies zeigte zum einen, dass sowohl unerfreuliche Bilder, als auch affektiv negativ bewertete Lebensmittel schon zu einem frühen Zeitpunkt mit erhöhter Sensitivität wahrgenommen wurden und zum anderen es dabei keinen Unterschied zwischen Männern und Frauen gab. Das Ergebnis schien nur eine logische Konsequenz der Evolution zu sein. Für die Menschen war es schon immer wichtig, für sie bedrohliche Situationen oder Dinge möglichst früh zu erkennen und besonders empfänglich dafür zu sein, um sich noch zu schützen oder die Bedrohung aufzuheben. Die positiven wie auch die negativen Schwerpunkte der Dimensionen *E*, *P* und *T* der Geschlechter lagen zwar zu diesem frühen Zeitpunkt an unterschiedlichen Hirnregionen, dennoch erzeugten die affektiv negativ bewerteten Stimuli bei beiden die höchste Hirnaktivität.

Skrandies und Reuther (2008) konnten in ihrer Studie, in welcher sie den Probanden passende und unpassende Geruchs/Geschmacks- und Farb/Lebensmittel-Kombinationen präsentierten, feststellen, dass die Lebensmittelkombinationen signifikant schneller verarbeitet werden konnten als die Farbkombinationen. Dieser signifikante Effekt zeigte sich in der ersten Komponente mit einer Latenz zwischen 100 und 150ms. Zudem konnten sie darstellen dass durch Kombinationen von Geruch oder Geschmack mit Lebensmittel stärkere Feldstärken erzeugt werden konnten als durch

Farbkombinationen. Dies interpretierten die Autoren als eine starke und direkte Verknüpfung von Lebensmitteln mit Gerüchen und Geschmacksrichtungen.

Die zweite Komponente 169 unserer Studie schloss einen Zeitbereich von 138 bis 200ms ein. Wiederum zeigte sich große Ähnlichkeit zu der zweiten Komponente der Studie von Skrandies (1998), in welcher deutschsprachigen Probanden Wort- Stimuli der Faktoren **E**, **P** und **A** präsentiert wurden. In dieser Studie konnte als zweite Komponente eine okzipitale Negativität mit einer Latenz zwischen 130 und 195ms gefunden werden. Dabei konnten signifikante Effekte in Abhängigkeit der Faktoren für die Latenz, sowie signifikante Effekte in Abhängigkeit der Reizklasse für die GFP dargestellt werden. Zudem fanden sich in dieser Komponente auch signifikante Effekte für den negativen Schwerpunkt.

Auch Skrandies et al. (2004) konnten bei Ihrer ERP- Studie mit chinesischen Probanden, welche ebenfalls Wort- Stimuli der Faktoren **E**, **P** und **A** präsentiert bekamen, eine zweite Komponente identifizieren, die eine Zeitspanne von 130 bis 190ms ausmachte. In unserer Komponente 169 gab es einen signifikanten Haupteffekt des Geschlechts auf die Lage des positiven Schwerpunktes. Der positive Schwerpunkt der Männer befand sich auf der linken Hemisphäre, wohingegen sich der Weibliche auf der rechten Hemisphäre lokalisieren lies. Skrandies et al. (2004) konnten in dieser Komponente eine signifikante Interaktion zwischen den Faktoren (**E**, **P** und **A**) und der Polarität in Bezug auf die Topographie darstellen. Die Autoren sahen die signifikanten Topographie- Effekte in diesen frühen Komponenten als Hinweis dafür, dass die mittleren Latenzen von 107, bzw. 169ms ausreichend sind, um komplexe Interaktionen zwischen verschiedenen Hirnregionen zu erzeugen.

In ihrer ERP- Studie über passende und nicht- passende Geruchs/Geschmacks- und Farb/Lebensmittelkombinationen konnten Skrandies und Reuther (2008) viele signifikante Effekte in Abhängigkeit des „zueinander Passens“, sowie in Abhängigkeit der gewählten Kombinationen schon in frühen Komponenten (Latenz < 200ms) darstellen. Dies betrachteten die Autoren als Hinweis für die schnelle Verarbeitung von Dingen, die mit Lebensmitteln, Gerüchen, Farben und Geschmack zu tun haben, da sie für jedes menschliche Leben essentiell sind. Auch wir konnten aufzeigen, dass Lebensmittelworte unterschiedlicher semantischer Klassen früh verarbeitet werden und sich Unterschiede bei der Verarbeitung zwischen den Geschlechtern darstellen lassen.

3.4.1.2. Späte Komponenten: Latenz größer als 200ms

Gootjes et al. (2008) konnten in ihrer ERP- Studie über die mentale Rotationsaufgabe (normal und spiegelverkehrte Buchstaben waren zudem mit unterschiedlichen Winkeln um die eigene Achse rotiert; Probanden mussten erkennen, ob die Buchstaben normal oder spiegelverkehrt erschienen) darstellen, dass Männer in einem Zeitbereich von 500 bis 600ms nach der Stimuluspräsentation die rechte Hemisphäre stärker aktivieren, wohingegen dieser signifikante Effekt bei Frauen nicht nachgewiesen werden konnte. Sie interpretierten diesen Befund, indem sie Männern und Frauen unterschiedliche Strategien beim Lösen der mentalen Rotationsaufgabe zuordnen und diese unterschiedlichen Strategien eben in unterschiedlichen Hirnregionen stattfinden. Bei den Frauen wurde dabei angenommen, dass sie eine eher analytische Strategie benutzen, in der sie die Stimuli Stück für Stück analysieren. Männer benutzten demnach einen eher ganzheitlichen Ansatz, wobei sie die Stimuli als ein Ganzes wahrnehmen. Letztere Funktion wurde der rechten Hemisphäre zugeordnet.

Gerade in diesen späten Komponenten konnten auch wir einige Lateralisierungseffekte nachweisen. So konnten auch wir darstellen, dass für die Zeitkomponente 480 eine rechtsseitige Lateralisierung für den positiven Schwerpunkt der Männer auftrat. Der positive Schwerpunkt der weiblichen Probanden befand sich auf der linken Hemisphäre nahe der Mittellinie. Gleichzeitig konnte für den negativen Schwerpunkt zu dieser Zeitkomponente ein genau umgekehrtes Verhältnis gezeigt werden: der negative Schwerpunkt der Männer lag auf der linken Hemisphäre, der der Frauen auf der rechten. In den späten Komponenten mit einer Latenz größer als 200ms konnten insgesamt elf signifikante Effekte in Bezug auf die Topographie in Abhängigkeit vom Geschlecht dargestellt werden. Im Gegensatz dazu zeigten sich in diesem Zeitraum „nur“ vier signifikante Effekte ohne Geschlechtsbeteiligung in Bezug auf die Topographie. Dies konnte als Hinweis für die unterschiedlichen späten Verarbeitungsprozesse mit Aktivierung unterschiedlicher Neuronenpopulationen bei den Geschlechtern betrachtet werden.

3.4.2. Interpretation der signifikanten Effekte in Bezug auf die Latenz

Nur in späten Komponenten (Komponente 480, 783 und 946) konnte das Geschlecht einen signifikanten Einfluss auf die Latenz nehmen. In den Komponenten 480 und 783 handelte es sich dabei um eine Interaktionen zwischen dem Geschlecht, dem Faktor und der Polarität. Auffällig dabei war, dass bei den Männern und den Frauen die Reizklasse,

die in der Komponente 480 die kürzeste Latenz aufwies, in der Komponente 783 die längste Latenz innehatte. Bei den Frauen handelte es sich dabei um die Reizklasse **T-**, bei den Männern um **P-**. In Komponente 946 zeigte sich ein signifikanter Effekt allein in Abhängigkeit des Geschlechts. Dabei war die Latenz der Frauen kürzer als die der Männer.

Jausovec und Jausovec (2009) konnten in ihrer Studie, in der Probanden visuelle und auditive Oddball- Paradigma- Aufgaben lösen mussten, ebenfalls keine Unterschiede zwischen den Geschlechtern bezüglich der Latenz für die frühen Komponenten P1 und N1, sowie für die P3 feststellen. Sie interpretierten dieses Fehlen von signifikanten Effekten bezogen auf die Latenz als ein Zeichen für die gleiche Geschwindigkeit für Informationsverarbeitungsprozesse bei Männern und Frauen zumindest für einfache kognitive Aufgaben wie beim passiven Hören oder Sehen, sowie beim Unterscheiden von Tönen und einfachen Formen. Des Weiteren wurden die Geschlechtsgruppen in dieser Studie u.a. auch bezüglich ihres IQ- Wertes abgeglichen. Jausovec und Jausovec deuteten demzufolge ein ungenügendes Matching der beiden Geschlechtsgruppen als wahrscheinlichste Ursache für die früher gefundenen Geschlechtsunterschiede in der Latenz bei frühen Komponenten. Auch in unserer Studie konnten für die frühen Komponenten keine Latenzeffekte bezogen auf das Geschlecht festgestellt werden. Unsere Probanden sollten sich die Lebensmittel- Stimuli möglichst plastisch und mit allen Sinnen vorstellen. Sie sollten alle Assoziationen zulassen. Es war demzufolge auch keine schwierige Aufgabe, welche die Probanden lösen mussten. Zum anderen lässt sich auch für unsere Versuchsgruppen annehmen, dass sie bezüglich ihrer Intelligenz nicht allzu weit auseinander liegen. Die IQ- Werte der Probanden wurden zwar nicht getestet, dennoch handelte es sich fast ausschließlich um Studenten (eine Versuchsperson war Abiturientin), die dazu noch aus ähnlichen Studienrichtungen stammten.

So konnten auch wir folgern, dass es in den frühen Komponenten, welche hauptsächlich das Wahrnehmen der Stimuli betreffen, keine Unterschiede zwischen Männern und Frauen bezüglich der neuronalen Verarbeitungszeit gibt.

3.4.3. Interpretation der signifikanten Effekte in Bezug auf die GFP

Bei allen signifikanten Effekten, bei welchen das Geschlecht einen Einfluss genommen hat, zeigte sich, dass die Frauen jeweils die höheren GFP- Werte aufweisen konnten. In den aufeinander folgenden Komponenten 229, 304, 393 und 480 konnten diese

signifikanten Haupteffekte und Interaktionen des Geschlechts gefunden werden. Dabei schien dieses Ergebnis als ein genereller Effekt aufgrund der unterschiedlichen physischen Eigenschaften von Männern und Frauen als unwahrscheinlich, da die Effekte von den unterschiedlichen semantischen Klassen abhängig waren, welches v.a. bei Komponente 393 und 480 dargestellt werden konnte. Zudem konnten in den frühen und späten Komponenten keine GFP- Effekte in Abhängigkeit vom Geschlecht dargestellt werden.

Gootjes et al. (2008) zeigten in ihrer ERP- Studie, dass sie bei den weiblichen Versuchspersonen größere Amplituden in den mittleren Elektroden zu einem Zeitintervall von 130- 270ms nachweisen konnten. In dieser Studie mussten die Probanden eine mentale Rotationsaufgabe bewerkstelligen. Die Autoren interpretierten den gefundenen Geschlechtsunterschied als Unterschied in den relativ frühen Verarbeitungsschritten der Wahrnehmung und Identifizierung der Stimuli.

Auch Olofsson und Nordin (2004) konnten in ihrer Studie über die Geschlechtsunterschiede beim Ableiten von chemosensorischen ERPs aufzeigen, dass Frauen die stärkeren Amplituden der P2/P3- Komponenten besaßen. Letztere wurden als größte positive Komponente nach der N1 definiert und hatte in dieser Studie eine Latenz von ca. 500- 550ms. Diese Geschlechtsunterschiede wurden von den Autoren so gedeutet, dass sie ihren Ursprung auf einem relativ hohen neuronalen Verarbeitungs-Level besitzen.

In einer Studie von Jausovec und Jausovec (2009) konnte ebenfalls dargestellt werden, dass Frauen in der P3 eine größere Amplitude zeigten. Die 60 Probanden (30 Männer und 30 Frauen) sollten dabei zum einen visuelle Stimuli und auditive Stimuli entspannt wahrnehmen und zum anderen sollten sie für jede sensorische Bedingung einen bestimmten Reiz, welcher in zufälliger Reihenfolge auftrat (Oddball- Paradigma), zählen. Der signifikante Effekt war besonders für die visuellen Bedingungen ausgeprägt. Jausovec und Jausovec (2009) interpretieren die größeren P3- Amplituden der Frauen als ein Zeichen für eine Verbesserung des Abgleichungsprozesses, bei dem die gezeigten Stimuli mit den internen für die Aufgabe relevanten Stimuli verglichen werden. Diese Verbesserung führten die Autoren auf klarere sensorische Informationsprozesse zurück. Gleichzeitig konnten sie auch mittels NIRS (near infrared spectroscopy) darstellen, dass bei den Männern eine signifikant stärkere O2- Sättigung festzustellen war. Der Unterschied war ebenfalls für die visuelle Bedingung am stärksten ausgeprägt. Bei der Richtigkeit der Oddball- Paradigma- Aufgabe zeigten sich

keine signifikanten Unterschiede, was die Autoren darauf schließen ließ, dass Frauen und Männer unterschiedliche Strategien benutzen, aber dennoch gleich erfolgreich waren.

Auch in der Studie von Steffensen et al. (2008) konnten höhere Amplituden für die P300 bei der Analyse der VEPs bei den Frauen dargestellt werden. Über alle Probanden, also sowohl männlich als auch weiblich konnte die Autoren aufzeigen, dass durch relevante Stimuli im Vergleich zu irrelevanten und Standard- Stimuli die größten P300-Amplituden erzeugt wurden. Das implizierte zum einen eine Verbindung zwischen der Relevanz des Stimuli und der P300- Amplitude, zum anderen dass Frauen mehr Aufwand für die Differenzierung der Stimuli in relevante und irrelevante betrieben.

Roalf et al. (2006) konnten in ihrer ERP- Studie über die Geschlechtsunterschiede bei der visuellen global- lokalen Aufgabe für die P300 eine signifikante Interaktion zwischen dem Geschlecht und der Bedingung (global-lokal) darstellen. Dabei zeigte sich für die Männer kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Bedingungen ($p=0,7$), bei den Frauen konnte dagegen ein starker Bedingungseffekt ($p<0,00001$) gefunden werden. Sie zeigten eine sehr viel größere P300- Amplitude für die lokale Bedingung. Die Autoren schlugen als Interpretationsmöglichkeiten dieses weiblichen Effekts vor, dass die Frauen entweder lokalen Stimuli ein größeres Aufmerksamkeitspotential bereitstellten oder sie der lokalen Bedingung eine größere Wichtigkeit zuordneten.

In unserer Fragebogen- Studie konnten wir aufzeigen, dass Frauen im Vergleich zu Männern genauer zwischen den einzelnen Lebensmittelklassen differenzierten- sie somit die einzelnen Lebensmittel auch im Detail wahrgenommen hatten. Vielleicht ließe sich dieses genauere Verarbeiten auch als Hinweis für eine größere Verarbeitungsaktivität der Frauen sehen. Letztendlich konnten wir in unserer Studie aufzeigen, dass Frauen bei den mittleren Komponenten mit einer Latenz zwischen 229 und 480ms die jeweils höhere GFP erzeugten, folglich eine stärkere synchrone neuronale Aktivität für das Verarbeiten der Lebensmittel- Wortstimuli erbrachten.

3.4.4. Interpretation der signifikanten Effekte in Bezug auf die Topographie

Sowohl in den frühen als auch in den späten Komponenten konnten wir signifikante Effekte in Abhängigkeit des Geschlechts in Bezug auf die Topographie aufzeigen. Bei Betrachten der topographischen Effekte in Rechts- Links- Richtung der Komponente 107 war auffällig, dass sowohl die positiven als auch der negativen Schwerpunkte der

Männer sich weiter lateral finden ließen im Vergleich zu den Schwerpunkten der Frauen, welche jeweils näher am Hemisphärenspalt gelegen waren. Dabei waren die positiven Schwerpunkte der Männer auf der rechten Hemisphäre lokalisiert, die negativen Schwerpunkte auf der linken Hemisphäre. Zudem konnte der positive Schwerpunkt von Komponente 169 und 480, sowie der negative Schwerpunkt von Komponente 480 bei den Geschlechtern jeweils auf unterschiedlichen Hemisphären gefunden werden. In Komponente 862 konnten signifikante Geschlechts- Reizklassen-Interaktionen in Bezug auf den negativen und positiven Schwerpunkt in Rechts- Links-Richtung dargestellt werden. Sowohl bei den positiven und negativen Schwerpunkten verhielten sich die Geschlechter gegenläufig in Bezug auf die jeweiligen Faktor und dessen Polarität. Einzige Ausnahme bildete dabei der positive Schwerpunkt in Bezug auf Faktor *E*. Dies sahen wir als Hinweis dafür, dass bei Männern und Frauen unterschiedliche Nervenzellpopulationen durch das Verarbeiten von Lebensmittel-Wörtern unterschiedlicher semantischer Klassen aktiviert werden. Bei einigen Komponenten konnte dargestellt werden, dass bei den Geschlechtern unterschiedliche Hemisphären aktiviert wurden. Birbaumer und Schmidt (2011) schrieben den beiden Hemisphären bevorzugte Denkstrategien zu. So wurde der rechten Hemisphäre eine analog- gestalthafte Informationsverarbeitung zugeschrieben. Dabei „denke“ die rechte Hemisphäre in Analogien, also Ähnlichkeitsbeziehungen und versuche die Dinge räumlich und visuell- gestalthaft wahrzunehmen. Dagegen wurde der linken Hemisphäre eine sequenzielle Informationsverarbeitung zugeteilt. Hierbei achte die linke Hemisphäre besonders auf Ursache- Wirkungsbeziehungen und logische Widersprüche. Auch wurde bei ca. 2/3 der Männer eine Linkslateralisierung der Sprache festgestellt, welche aufgrund eines mehr nach außen gerichteten linken Ohres des männlichen Fetus beruht. Die geringere Lateralisierung der Sprache bei den Frauen wurde im Zusammenhang mit einem stärker ausgeprägten posterioren Corpus callosum gesehen (Birbaumer und Schmidt, 2011). Auch Roalf et al. (2006) konnten in ihrer ERP-Studie darstellen, in welcher Probanden unter unterschiedlichen Bedingungen (global: Buchstabe „H“ wurde durch kleinere andere Buchstaben gebildet; lokal: kleine H-Buchstaben bildeten einen anderen Buchstaben) den Buchstaben „H“ erkennen mussten, dass es geschlechtsspezifische topographische Unterschiede in Abhängigkeit von der jeweiligen Bedingung gab. Diese waren bei der P100 zu erkennen. Die Männer zeigten für jede Bedingung eine bilaterale posteriore Aktivität, wohingegen die Frauen bei der lokalen Bedingung auf die linke Hemisphäre lateralisierten.

Des Weiteren konnten auch topographische Effekte in Anteriorer- Posteriorer- Richtung gefunden werden. Für alle signifikanten Geschlechts- Reizklassen- Effekte konnte dargestellt werden, dass sich Männer und Frauen gegenläufig in Bezug auf die Polarität der jeweiligen Faktoren verhalten. Lag zum Beispiel der positive Schwerpunkt von E+ der Komponente 107 der Frauen weiter anterior im Vergleich zu den Männern, so verhielt sich das Verhältnis bei E- genau umgekehrt mit einem weiter anterior liegenden positiven Schwerpunkt der Männer im Vergleich zum positiven Schwerpunkt der Frauen. Dies konnte auf alle signifikanten Geschlechts- Reizklassen- Interaktionen bei Betrachtung der positiven und negativen Schwerpunkte in Anteriorer- Posteriorer- Richtung übertragen werden.

Es blieb zu bedenken, dass gleiche Schwerpunkte von gleichen Nervenzellpopulationen generiert werden können, jedoch signifikant unterschiedliche Schwerpunkte von unterschiedlichen Neuronen generiert werden müssen (Skrandies 2005).

3.5. Aussicht

Mit diesen Ergebnissen konnte aufgezeigt werden, dass es Geschlechtsunterschiede bei der Verarbeitung von Lebensmittel- Wortstimuli unterschiedlicher semantischer Klassen (E+, E-, P+, P-, T+ und T-) gibt. Es blieb zu bedenken, dass es sich bei unseren Stimuli um visuelle Wortstimuli handelte, also primär die visuelle Verarbeitung widergespiegelt wurden. Dennoch verlangten wir von unseren Probanden alle sensorischen Qualitäten, welche mit den Lebensmitteln verbunden wurden, zuzulassen. Da bereits in früheren Studien (Djordjevic, 2005) aufgezeigt werden konnte, dass durch Imagination einer bestimmten sensorischen Qualität auch tatsächlich Hirnaktivität in den Hirnregionen dieser sensorischen Modalität erzeugt werden konnte, gingen wir davon aus, dass zumindest ein Teil der sensorischen Qualitäten, welche auch durch die einzelnen Reizklassen präsentiert wurde, mit verarbeitet wurde. So spiegelte sich z.B. die olfaktorische Modalität in der Bedeutungsdimension Evaluation wider, auditive Eindrücke in der Dimension Stärke, sowie taktile und visuelle Sinnesmodalitäten in der Dimension Textur. Bei der Verarbeitung der Lebensmittel- Wortstimuli der einzelnen Reizklassen konnten Geschlechtsunterschiede in frühen, mittleren und späten Komponenten gefunden werden. Zudem zeigten sich Differenzen in Bezug auf die Latenz, die GFP und die Topographie der Schwerpunkte. In Zukunft sollten ERP-Studien mit realen sensorischen Stimuli durchgeführt werden um die Ergebnisse unserer Studie weiterzuführen. Zudem sollten weiterhin Unterschiede zwischen den

Geschlechtern untersucht werden- gerade in Bezug auf Lebensmittel und deren Verarbeitung. Frauen schienen in unserer Doktorarbeit ein größeres Bewusstsein für das Differenzieren zwischen den einzelnen Lebensmittelklassen zu haben, zudem zeigten sich Tendenzen für ein größeres Gesundheitsbewusstsein im Gegensatz zu Männern. Dennoch sind Frauen anfälliger für Essstörungen, wie Fresssucht, aber auch Anorexie und Bulimie. Daher sollte versucht werden die multisensorische Verarbeitung von gesunden Probanden mit Probanden mit Essstörungen zu vergleichen, um die Erkrankungen besser verstehen zu können und allenfalls neue Therapieansätze zu finden. Ein weitere Möglichkeit zur Weiterführung unserer Ergebnisse wäre der Vergleich zwischen gesunden Probanden und Probanden, welchen bestimmte sensorische Fähigkeiten fehlen (z.B. nach einem Schädelhirn- Trauma oder i.R. einer fortgeschrittenen Krebserkrankung usw.), um auch dort zum einen die Verarbeitungsprozesse der gesunden Probanden und der Patienten besser verstehen zu können und neue Therapiestrategien zu erforschen.

4. Zusammenfassung

In dieser Doktorarbeit konnte dargestellt werden, dass anhand der Technik des semantischen Differentials neben den drei von Osgood postulierten Dimensionen *E*, *P* und *A* noch Faktoren dargestellt werden konnten, welche die sensorischen Modalitäten repräsentieren. Zudem konnten wir aufzeigen, dass diese Technik gut dafür geeignet ist, multimodale Verarbeitungsprozesse zu untersuchen. Anhand einer Fragebogenstudie mit 795 Versuchspersonen wurden 197 Lebensmittelworte (aus 15 Lebensmittelklassen) anhand von 17 Gegensatzpaaren und siebenstufigen Ratingtabellen bewertet. Durch Faktoren- Analyse konnte neben den bekannten Faktoren *E* und *P* eine neue Dimension *Textur* gefunden werden. In diese Texturdimension konnte zum einen die Konsistenz im Sinne der Qualität, also des „wie fühlt es sich an?“ dargestellt werden. Zum anderen beinhaltete diese Dimension auch Informationen über die visuelle Oberflächentextur. Gerüche erschienen in keiner eigenen Dimension, sondern wurden durch die Dimension Evaluation repräsentiert. Dies bestätigte einmal mehr die enge Verknüpfung zwischen Gerüchen und Emotionen und Bewertungen. Zudem zeigten sich Unterschiede zwischen den Männern und Frauen beim bewerten der Lebensmittelklassen. Frauen differenzierten genauer zwischen den einzelnen Lebensmittelklassen im Vergleich zu den Männern und es zeigte sich eine Tendenz für ein stärkeres Gesundheitsbewusstsein der Frauen.

In unserer EEG- Studie mit 40 Probanden (20 männliche, 20 weibliche) wurden den Probanden ein 30- Kanal- EEG abgeleitet, während Ihnen eindeutige Lebensmittel- Wortstimuli der sechs Reizklassen (*E+*, *E-*, *P+*, *P-*, *T+* und *T-*) visuell präsentiert wurden. Es wurden für jeden Probanden die evozierten Potentiale der sechs Reizklassen aufgezeichnet. Zudem wurden Potentialkarten für jede Reizklasse und jeden Probanden erstellt. Dabei konnten ähnliche Potentialverteilungen über bestimmte Zeitintervalle festgestellt werden. Anhand der GFP konnten 11 Komponenten zwischen 80 und 986ms gefunden werden, in welchen jeder Proband für jede Reizklassenbedingung ein GFP-Maximum aufweisen konnte.

Wir konnten zum einen bestätigen, dass die semantische Bedeutungsdimension schon einen sehr frühen Einfluss auf die neuronalen Verarbeitungsprozesse hat, nämlich ab einem Zeitpunkt von 80ms nachdem der Stimulus auf dem Bildschirm erschienen war. Neu war, dass sich geschlechtsabhängige Lateralisierungs- Effekte schon zu frühen Komponenten darstellen ließen. Folglich aktivierten Männer und Frauen für die Verarbeitung der unterschiedlichen semantischen Dimensionen schon auf der visuellen

Ebene unterschiedliche neuronale Netzwerke. In den mittleren Komponenten zwischen 229 und 480ms zeigten die Frauen in jeder Komponente die höheren GFP- Werte. Dabei hielten wir bei diesen signifikanten Effekten einen globalen Unterschied zwischen Männern und Frauen als unwahrscheinlich, da die signifikanten Effekte in den Komponenten 393 (abhängig vom Faktor) und 480 (abhängig von der Polarität) zusätzlich von einer semantischen Bedingung abhängig waren. In den späten Komponenten zeigten sich v.a. topographische Effekte in Abhängigkeit des Geschlechts. Dabei konnten v.a. signifikante Geschlechts- Reizklasseninteraktionen dargestellt werden.

Durch diese Arbeit konnten wir aufzeigen, dass es bei Männern und Frauen zu unterschiedlicher neuronaler Hirnaktivität bei der Verarbeitung von Lebensmittel- Wortstimuli in Abhängigkeit der semantischen Bedeutungsdimension kommt- und dies sowohl zu frühen, als auch zu späten Komponenten.

5. Abstract

According to the semantic differential, every word is placed in a 3D space of connotative meaning. The axes correspond to Osgoods' dimensions "Evaluation" (*E*), "Potency" (*P*), and "Activity" (*A*). With our study, we could demonstrate that the semantic differential is also useful to investigate the connotative meaning of food items. This technique enabled us to define a new dimension *texture*, in addition to the well known dimensions *E* and *P*. A group of 785 adult subjects rated 197 food items (belonging to 15 food classes) on 17 adjective scales on a 7 point scale. In addition to the occurrence of the dimension *texture*, we could also show that there are gender differences in rating. Women differentiated more accurately among the particular food classes, and there was a tendency that women showed a greater health awareness than males.

In the subsequent ERP study, we presented food words stemming from six different classes (E+, E-, P+, P-, T+ and T-) to 40 healthy subjects (20 women, 20 men), while the EEG was recorded from 30 channels. The EEG was averaged offline according to stimulus class.

But computing field strength (Global Field Power, GFP), 11 components between 80 and 986 ms were identified. In the corresponding time windows GFP of every subject and every stimulus class showed a local maximum. The significance of the effect of stimulus class and sex on evoked potential parameters was determined by Analysis of Covariance (ANCOVA).

We could find significant effects of gender on component latency, GFP and topography. Significant effects depending on gender and dimension on topography were observed as early as 107ms after stimulus presentation. While the women's centers of gravity were located close to the middle, the men's centers of gravity showed a lateralisation to the right hemisphere. For components between 229 and 480ms, women showed larger GFP for all conditions as compared with men. For late components (between 783 and 863ms) there were some significant gender x stimulus class interactions with respect to topography and latency.

With this study, we could show that the connotative meaning affects the neuronal processing of multi-sensory food items as early as 107 ms after stimulus presentation and that there are gender-specific differences in the neuronal processing of multi-sensory stimuli with respect to component latency, GFP and topography.

6. Abkürzungsverzeichnis

AEP: akustisch evoziertes Potential

BA: Brodmann Area

CT: Computertomographie

EEG: Elektroenzephalographie

EKP : ereigniskorrelierten Potentialen (=ERP)

EPSP: exzitatorisches postsynaptisches Potential

ERP: event- related potentials (= EKP)

fMRI/fMRT: funktionelle Magnetresonanztomographie

GFP: Global Field Power (= Feldstärke)

hOc5: h = human = menschlich, Oc= occipital lob = Okzipitallappen, 5 = fünfter zytoarchitektonischer Bereich lateral von der primären Sehrinde = hOc1

IPSP: inhibitorisches postsynaptisches Potential

LMK: Lebensmittelklasse

MRT: Magnetresonanztomographie

ms: Millisekunden

OFC: orbitofrontaler Cortex

PET: Positronen- Emissions- Tomographie

SSEP: somatosensorisch evoziertes Potential

V5/MT: Visueller 5. Kortex = MT= middle temporal = Region im mittleren Temporallappen; Assoziationskortex der visuellen Verarbeitung

VEP: visuell evoziertes Potential

7. Glossar

Amygdala: Mandelkern, spezielles Kerngebiet des Gehirns im Schläfenlappen

anterior: vorne

auditorisch: das Gehörssystem betreffend

Cerebellum: Kleinhirn

Chiasma opticum: Sehnervenkreuzung, vor der Hirnanhangsdrüse liegend

Colliculli superiores: lat. „obere Hügelchen“, zur Vierhügelplatte gehörend, am Zwischenhirndach liegend, u.a. für die Verschaltung optischer Reflexe wichtig

Corpus geniculatum laterale: Kerngebiet des Metathalamus, zur Sehbahn gehörend

Cortex: „Rinde“, i.d.R. gebräuchlich für die Großhirnrinde

Formatio reticularis: diffuses Netzwerk aus Neuronen von der Medulla oblongata (verlängertes Mark) bis zum Zwischenhirn reichend

frontal: den Stirnlappen des Großhirns betreffend

Globus pallidus: = Pallidum, spezielles Gebiet im Bereich der Basalganglien, ein Teil der Grauen Substanz des Gehirns, zu den Kerngebieten des Großhirns gehörend

gustatorisch: geschmacklich

Gyrus: in Bezug auf das Gehirn eine aus der Gehirnmasse hervortretende Hirnwindung betreffend

Gyrus angularis: BA 39, in dieser Großhirnwindung treffen Scheitellappen, Schläfenlappen und Hinterhauptlappen aufeinander

Gyrus cinguli: = Cingulum = Gehirnwindung im medialen Abschnitt des Gehirns, funktionell zum limbischen System gehörend (BA 23,24,25 u. 32)

hOc5: spezielles Gebiet im Bereich der Assoziationsrinden der visuellen Verarbeitung, das bei der Wahrnehmung von bewegten Objekten aktiviert wird. HOc5 ist eine zytoarchitektonische Einteilung der Hirngebiete (h = human = menschlich, Oc = occipital lob = Okzipitallappen, 5 = fünfter zytoarchitektonischer Bereich lateral von der primären Sehrinde = hOc1)

Inion: = Protuberantia occipitalis externa, der am weitesten hervortretende Punkt des Hinterhauptbeines

ipsilateral: gleichseitig

kontralateral: gegenseitig

mentale Rotation: die Fähigkeit zwei- oder dreidimensionale Dinge im Geiste zu drehen

Nasion: = Nasenwurzel, Punkt an dem sich das Stirnbein und das Nasenbein treffen

Nervus trigeminus: 5. Hirnnerv

Neurone: Nervenzellen

Nucleus: Kern

Nucleus caudatus: ein spezielles Gebiet im Bereich der Basalganglien, ein Teil der Grauen Substanz des Gehirns, zu den Kerngebieten des Großhirns gehörend, bildet zusammen mit dem Putamen das Striatum

Nucleus parabrachialis: eine Kernregion in der Brücke des Gehirns, steht im Zusammenhang mit der Formatio reticularis

Oddball Paradigma: innerhalb einer Serie gleichbleibender Reize wird ein abweichender, unerwarteter Reiz in zufälliger Folge mit geringer Wahrscheinlichkeit dargeboten

okzipital: das Hinterhaupt betreffend

olfaktorisch: geruchlich

Operculum: Gebiete des Großhirns, bzw. des Stirnlappens, Schläfenlappens und Scheitellappens, welche den Inseln bedecken, Sitz des motorischen Sprachzentrums

Parahippocampus: Spezielles Gehirngebiet im Schläfenlappen, welches um den Hippocampus liegt

parietal: den Scheitellappen der Großhirns betreffend

piriform: birnenförmig;

posterior: hinten

Precunus: spezielles Gebiet der Großhirnrinde, BA 7

Putamen: ein spezielles Gebiet im Bereich der Basalganglien, ein Teil der Grauen Substanz des Gehirns, zu den Kerngebieten des Großhirns gehörend, bildet zusammen mit dem Nucleus caudatus das Striatum

subkortikal: die Bereiche unterhalb der Großhirnrinde betreffend

Tractus solitarius: Leitungsbahn im zentralen Nervensystem, enthält u.a. afferente Geschmacksfasern aus den Hirnnerven XII, IX und X

V1: primäre Sehrinde

V5/MT: Visueller 5. Kortex = MT= middle temporal = Region im mittleren Temporallappen; Assoziationskortex der visuellen Verarbeitung

Ventrikel: Hohlräume im Gehirn mit Liquor (=Gehirnwasser) ausgefüllt

Visus: Sehschärfe

8. Literaturverzeichnis

- Albrecht, J., Wiesmann, M. (2006), „Das olfaktorische System des Menschen,“ *Nervenarzt*, 77, 931- 939
- Amunts, K., Armstrong, E., Malikovic, A. Hömke, L., Mohlberg, H., Schleicher, A., Zilles, K. (2007), „Gender- specific left- right asymmetries in human visual cortex,“ *The Journal of Neuroscience*, 27, 1356-1364
- Araujo, I. E. de, Rolls, E. T. (2004), „Representation in the human brain of food texture and oral fat,“ *Journal of Neuroscience*, 24, 3086- 3093
- Bach, M., Meigen, T. (1999), „Electrophysiological correlates of human texture segregation, an overview,“ *Documenta Ophthalmologica*, 95, 335- 347
- Bach, M., Haarmeier, T., Dichgans, J. (2005), „Visuell evozierte Potentiale und Elektroretinogramm,“ in Stöhr, M., Dichgans, J., Buettner, U. W., Hess, C. W. [Hrsg.]: *Evozierte Potentiale*. Springer Medizin Verlag Heidelberg, 256- 301, 4. Auflage
- Basso, M. R., Lowery, N. (2004), „Global- local visual biases correspond with visual-spatial orientation,“ *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 26, 24- 30
- Birbaumer, N., Schmidt, R. F. (2011), „Allgemeine Physiologie der Großhirnrinde“ in Schmidt, R. F., Lang, F. [Hrsg.]: *Physiologie des Menschen*. Springer Verlag, 164- 180, 31. Auflage
- Both, R., Mühlau, G., Hoffmann, K.- P. (2003), „Elektroenzephalografie (EEG)“ in Wehrli, W., Loosli-Hermes, J. [Hrsg.]: *Enzyklopädie elektrophysiologischer Untersuchungen*. Urban & Fischer Verlag, 277- 297, 2. Auflage
- Brand, G., Jacquot, L., (2007), „Riechen Frauen anders als Männer?“ in Lautenbacher, S., Güntürkün, O., Hausmann, M. [Hrsg.]: *Gehirn und Geschlecht. Neurowissenschaft des kleinen Unterschieds zwischen Frau und Mann*. Springer Medizin Verlag Heidelberg, 161- 174

Delwiche, J. (2004), "The impact of perceptual interactions on perceived flavor," *Food Quality and Preference*, 15, 137- 146

Djordjevic, J., Zatorre, R. J., Petrides, M. Boyle, J. A., Jones- Gotman, M. (2005), „Functional neuroimaging of odor imagery," *Neuroimage*, 24, 791-801

Escher, F. (1993), "Textureeigenschaften von Lebensmitteln," in Weipert, D., Tscheuschner, H.-D., und Windhab, E. [Hrsg]: *Rheologie der Lebensmittel*. Behr's Verlag DE, 151- 171

Eysel, U. (2011), "Sehen und Augenbewegungen," in Schmidt, R. F., Lang, F. [Hrsg.]: *Physiologie des Menschen*. Springer Verlag, 346- 385, 31. Auflage

Feather, N. T., Norman, M. A., Worsley, A. (1998), "Values and valences: Variables relating to the attractiveness and choice of food in different contexts," *Journal of Applied Social Psychology*, 28, 639- 656

Gerloff, C. (2005), „Ereignis- korrelierte Potenziale (EKP)" in Stöhr, M., Dichgans, J., Buettner, U. W., Hess, C. W. [Hrsg.]: *Evozierte Potentiale*. Springer Medizin Verlag Heidelberg, 501- 531, 4. Auflage

Giedd, J. N., Snell, J. W., Lange, N., Rajapakse, J. C., Casey, B. J., Kozuch, P. L., Vaituzis, A. C., Vauss, Y. C., Hamburger, S. D., Kaysen, D., Rapoport, J. L. (1996), „Quantitative magnetic resonance imaging of human brain development: Ages 4-18," *Cerebral Cortex*, 6, 551- 560

Goldstein, J. M., Seidman, L. J., Horton, N. J., Makris, N., Kennedy, D. N., Caviness, V. S., Faraone, S. V., Tsuang, M. T. (2001), „Normal sexual dimorphism of the adult human brain assessed by *in vivo* magnetic resonance imaging," *Cerebral Cortex*, 11, 490-497

Gootjes, L., Bruggeling, E. C., Magnée, T., Van Strien, J. W. (2008), "Sex differences in the latency of the event- related potential mental rotation effect," *Cognitive neuroscience and neuropsychology*, 19, 349- 353

Güntürkün, O., Hausmann M. (2007), „Funktionelle Hirnorganisation und Geschlecht“ in Lautenbacher, S., Güntürkün, O., Hausmann, M. [Hrsg.]: Gehirn und Geschlecht. Neurowissenschaft des kleinen Unterschieds zwischen Frau und Mann. Springer Medizin Verlag Heidelberg, 87- 104

Halpern, D. F. (2004), „A cognitive process taxonomy for sex differences in cognitive abilities,” *Current Directions in Psychological Science*, 13, 135-139

Hausmann, M. (2007), “Kognitive Geschlechtsunterschiede,” in Lautenbacher, S., Güntürkün, O., Hausmann M. [Hrsg.]: Gehirn und Geschlecht. Neurowissenschaft des kleinen Unterschieds zwischen Frau und Mann. Springer Medizin Verlag Heidelberg, 105- 123

Herlitz, A., Nilsson, L.- G., Bäckman, L. (1997), „Gender differences in episodic memory,” *Memory & Cognition*, 25, 801-811

Hiessl, A. K. (2010), “Beurteilung multisensorischer Reize: Bedeutungsdimensionen und elektrophysiologische Hirnaktivität,” Dissertation. Universität Giessen, Fachbereich Medizin

Hill, H., Ott, F., Herbert, C., and Weisbrod, M. (2006), “Response execution in lexical decision tasks obscures sex- specific lateralization effects in language processing: Evidence from event- related potential measures during word reading,” *Cerebral Cortex*, 16, 978- 989

Jausovec, N., Jausovec, K. (2009), “Do woman see things differently than men do?” *Neuroimage*, 45, 198- 207

Jausovec, N., Jausovec, K. (2009), „Gender related differences in visual and auditory processing of verbal and figural tasks,” *Brain Research*, 1300, 135-145

Klaas, D. W., Daly, D. D. (1984), „Klinische Elektroenzephalographie. Thieme

- Kok, A. (2001), "On the utility of P3 amplitude as a measure of processing capacity," *Psychophysiology*, 38, 567- 577
- Kremer, S., Bult, J. H. F., Mojet, J., Kroeze, J. H. A. (2007), „Food perception with age and its relationship to pleasantness," *Chemical Senses*, 32, 591- 602
- Laureati, M., Morin- Audebrand, L., Pagliarini, E., Sulmont- Rossé, C., Köster, E. P., Mojet, J. (2008), "Food memory and its relation with age and liking: An incidental learning experiment with children, young and elderly people," *Appetite*, 51, 273- 282
- Leonard, C. M., Towler, S., Welcome, S., Halderman, L. K., Otto, R., Eckert, M. A., and Chiarello, C. (2008), "Size matters: Cerebral volume influences sex differences in neuroanatomy," *Cerebral Cortex*, 18, 2920- 2931
- Linn, M. C., Petersen, A. C. (1985), "Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta- analysis," *Child Development*, 56, 1479- 1498
- Luders, E., Narr, K. L., Thompson, P. M., Rex, D. E., Jancke, L., Steinmetz, H., Toga, A. W. (2004), "Gender differences in cortical complexity," *Nature Neuroscience*, 7, 799-800
- Luders, E., Narr, K. L., Thompson, P. M. Woods, R. P., Rex, D. E., Jancke, L., Steinmetz, H. Toga, A. W. (2005), „Mapping cortical gray matter in the young adult brain: Effects of gender," *Neuroimage*, 26, 493-501
- Maitland, S. B., Herlitz, A., Nyberg, L., Bäckman, L., Nilsson, L.-G. (2004), „Selective sex differences in declarative memory," *Memory & Cognition*, 32, 1160- 1169
- Malikovic, A., Amunts, K. Schleicher, A., Mohlberg, H., Eickhoff, S. B., Wilms, M., Palomero- Gallagher, N., Armstrong, E. and Zilles, K. (2007), "Cytoarchitectonic analysis of the human extrastriate cortex in the region von V5/MT+: a probabilistic, stereotaxic map of area hOc5," *Cerebral Cortex*, 17, 562-574

Mathuranath, P. S., George, A., Cherian, P. J., Alexander, A., Sarma, S. G., Sarma, P. S. (2003), "Effects of age, education and gender on verbal fluency," *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 25, 1057- 1064

McClure, E. B. (2000), "A meta- analytic review of sex differences in facial expression processing and their development in infants, children, and adolescents," *Psychological Bulletin*, 126, 424- 453

Meyers- Levy, J., Maheswaran, D. (1991), "Exploring differences in males' and females' processing strategies," *The Journal of Consumer Research*, 18, 63- 70

Mojet, J., Heidema, J., Christ- Hazelhof, E. (2003), „Taste perception with age: Generic or specific losses in supra-threshold intensities of five taste qualities?" *Chemical Senses*, 28, 397- 413

Oakes, M. E., and Slotterback, C. S. (2002), "The good, the bad, and the ugly: Characteristics used by young, middle- aged, and older men and women, dieters and non-dieters to judge healthfulness of food," *Appetite*, 38, 91- 97

Oldfield, R. C. (1971), "The assessment and analysis of handedness: the Edingburgh Inventory," *Neuropsychologia*, 9, 97–113

Olofsson, J. K., Nordin, S. (2004), "Gender differences in chemosensory perception and event-related potentials," *Chemical Senses*, 29, 629- 637

Olofsson, J. K., Nordin, S., Sequeira, H., Polich, J. (2008), "Affective picture processing: An integrative review of ERP findings," *Biological Psychology*, 77, 247- 265

Osgood, C. E., Suci, G. J., Tannenbaum, P. H. (1957), "The Measurement of Meaning," (1957) University of Illinois Press, Urbana, Chicago, London, 9. Auflage

- Povey, R., Wellens, B., Conner, M. (2001), "Attitudes towards following meat, vegetarian and vegan diets: an examination of the role of ambivalence," *Appetite*, 37, 15-26
- Rappoport, L., Peters, G. R., Downey, R., McCann, T., Huff-Corzine, L. (1993), "Gender and age differences in food cognition," *Appetite*, 20, 33- 52
- Ray, W. J., Morell, M., Frediani, A. W., and Tucker, D. (1976), "Sex differences and lateral specialization of hemispheric functioning," *Neuropsychologia*, 14, 391- 394
- Reik, P., Skrandies, W. (2006), „Die affektive Bewertung von imaginierten Gerüchen mit dem semantischen Differential,“ *Zeitschrift für Psychologie*, 214, 108-115
- Roalf, D., Lowery, N. Turetsky, B. I. (2006), "Behavioral and physiological findings of gender differences in global-local visual processing," *Brain and Cognition*, 60, 32-42
- Rolls, E. T. (2005), „Taste, olfactory, and food texture processing in the brain, and the control of food intake,“ *Physiology & Behavior*, 85, 45- 56
- Rolls, E. T. (2010), „The affective and cognitive processing of touch, oral texture, and temperature in the brain,“ *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 34, 237- 245
- Savic, I., Berglund, H. (2004), "Passive perception of odors and semantic circuits," *Human Brain Mapping*, 21, 271- 278
- Schirmer, A., Kotz, S. A. (2003), „ERP evidence for a gender-specific Stroop effect in emotional speech,“ *Journal of cognitive Neuroscience*, 15, 1135- 1148
- Schirmer, A., Zysset, S., Kotz, S. A, Cramon, D. Y. von (2004), „Gender differences in the activation of inferior frontal cortex during emotional speech perception,“ *Neuroimage*, 21, 1114- 1123

Schulte-Rüther, M., Markowitsch, H. J., Jon Shah, N., Fink, G. R., and Piefke, M. (2008), „Gender differences in brain networks supporting empathy,“ *Neuroimage*, 42, 393- 403

Skrandies, W. (1998), „Evoked potential correlates of semantic meaning: a brain mapping study,“ *Cognitive Brain Research*, 6, 173- 183

Skrandies, W., Reik, P., Kunze, Ch. (1999), „Topography of evoked brain activity during mental arithmetic and language tasks: sex differences,“ *Neuropsychologia*, 37, 421- 430

Skrandies, W., and Chiu, M.- J. (2003), „Dimensions of affective semantic meaning of Chinese language- behavioral and evoked potential correlates in Chinese subjects,“ *Neuroscience Letters*, 341, 45- 48

Skrandies, W., Chiu, M.- J., Lin, Y., (2004), „The processing of semantic meaning in chinese words and evoked brain topography,“ *Brain Topography*, 16, 255- 259

Skrandies, W. (2005), “Brain mapping of visual evoked activity- topographical and functional components,“ *Acta Neurologica Taiwanica*, 14, 164- 177

Skrandies, W., and Reuther, N. (2008), „Match and mismatch of taste odor, and color is reflected by electrical activity in the human brain,“ *Journal of Psychophysiology*, 22, 175- 184

Skrandies, W., Hörner, S., and Hiessl, A. (2009), “Word processing relatetd to multi-sensory stimulus processing: first results,“ *Brain Topography and Multimodal Imaging*, Kyoto University Press, 37- 40

Steffensen, S. C., Ohran, A. J., Shipp, D. N., Hales, K., Stobbs, S. H: Fleming, D. E. (2008), “Gender- selective effects of the P300 and N400 components of the visual evoked potential,“ *Vision Research*, 48, 917- 925

- Stockburger, J., Renner, B., Weike, A. I., Hamm, A. O., Schupp, H. T. (2009), „Vegetarianism and food perception. Selective visual attention to meat pictures,” *Appetite*, 52, 513- 516
- Uher, R., Treasure, J., Heining, M., Brammer, M. J., Campbell, I. C. (2006), “Cerebral processing of food- related stimuli: Effects of fasting and gender,” *Behavioural Brain Research*, 169, 111- 119
- Trepel, M. (2004) „Neuroanatomie. Struktur und Funktion,“ Urban & Fischer Verlag, 187-246, 3. Auflage
- Voyer, D., Voyer, S., Bryden, M. P. (1995), „Magnitude of sex differences in spatial abilities: A meta- analysis and consideration of critical variables,” *Psychological Bulletin*, 117, 250- 270
- Wang, G.-J., Volkow, N. D., Telang, F. et al. (2009), “Evidence of gender differences in the ability to inhibit brain activation elicited by food stimulation,” *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106, 1249- 1254
- Wehrli, W., Milnik, V. (2003), „Ereigniskorrelierte Potenziale (EKP)/ Event Related Potentials (ERP)/ Evozierte Potentiale (EP),“ in Wehrli, W., Loosli-Hermes, J. [Hrsg.]: Enzyklopädie elektrophysiologischer Untersuchungen. Urban & Fischer Verlag, 367- 372, 2. Auflage

9. Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abb. 1: Graphische Darstellung des semantischen Raums nach Osgood.....	S.7
Abb. 2: Darstellung der gemittelten Faktorwerte für Faktor E (Veg. / Nicht-Veg.)...	S. 40
Abb. 3: Altersspezifische gemittelte Faktorwerte für Faktor P.....	S. 42
Abb. 4: Geschlechtsspezifische gemittelte Faktorwerte für Faktor E.....	S. 43
Abb. 5: Anzahl der sign. Effekte beim LMK- Vergleich (Frauen vs. Männer).....	S. 54
Abb. 6: 2D- Darstellung von 8 eindeutigen Lebensmittel- Wortreizen.....	S. 59
Abb. 7: Anordnung der Elektroden für das 30- Kanal- EEG.....	S. 62
Abb. 8: Potentialkarten der Versuchsperson 17 für die Reizklasse T+.....	S. 64
Abb. 9: Darstellung der GFP von Versuchsperson 13 für die Reizklasse E+.....	S. 66
Abb. 10: Signifikante Geschlechts- Reizklassen- Interaktion in Bezug auf die Latenz zur Komponente 480.....	S. 67
Abb. 11: Signifikante Geschlechtseffekte der GFP.....	S. 68
Abb. 12: Signifikante Effekte des positiven Schwerpunktes in Rechts- Links- Richtung der Komponente 107: Geschlechts- Reizklassen- Interaktion.....	S. 69
Abb. 13: Signifikanter Effekt des negativen Schwerpunktes in Rechts- Links- Richtung der Komponente 107: Geschlechts- Reizklassen- Interaktion.....	S. 71
Tab. 1: Ergebnis der Faktorenanalyse des Testfragebogens.....	S. 31
Tab. 2: Ratingtabelle der Fragebogen- Studie.....	S. 34
Tab. 3: Ergebnis der Faktorenanalyse für 5 Faktoren.....	S. 36
Tab. 4: Ergebnis der Faktorenanalyse für 3 Faktoren.....	S. 38
Tab. 5: Zuordnung der Gegensatzpaare zu den 3 Faktoren E, P und T.....	S. 39
Tab. 6: Anzahl der sign. Effekte beim Vergleich der gemittelten Faktorwerte der einzelnen Lebensmittelklassen in Bezug auf Faktor E (Veg. vs. Nicht- Veg.).....	S. 41
Tab. 7: Anzahl der sign. Effekte beim Vergleich der gemittelten Faktorwerte der einzelnen Lebensmittelklassen in Bezug auf Faktor E (Frauen vs. Männer).....	S. 44
Tab. 8: Anzahl der sign. Effekte beim Vergleich der gemittelten Faktorwerte der einzelnen Lebensmittelklassen in Bezug auf Faktor P (Frauen vs. Männer).....	S. 45
Tab. 9: Anzahl der sign. Effekte beim Vergleich der gemittelten Faktorwerte der einzelnen Lebensmittelklassen in Bezug auf Faktor T (Frauen vs. Männer).....	S. 46
Tab. 10: Darstellung der Faktorwerte von 12 beispielhaften Lebensmitteln und deren Einteilung in die jeweiligen Reizklassen.....	S. 58

10. Bisherige Veröffentlichungen/Vorträge:

Vorträge beim „17. Deutschen EEG/EP Mapping Meeting 2008“:

Hiessl, A., Hörner, S., Skrandies, W., Untersuchungen zu Bedeutungsdimensionen multisensorischer Wahrnehmung: Vergleich früher und später Komponenten evozierter Potentiale

Hörner, S., Hiessl, A., Skrandies, W., Untersuchungen zu Bedeutungsdimensionen multisensorischer Wahrnehmung: Geschlechtsspezifische Unterschiede von evozierten Potentialen

Veröffentlichungen in „Kognitive Neuropsychologie des Menschen“:

Hiessl, A., Hörner, S., Skrandies, W., Dimensions of meaning in multi-sensory perception: Comparison of early and late components of evoked potentials, Human Cognitive Neurophysiology 2 (2009), 6-7.

Hörner, S., Hiessl, A., Skrandies, W., Dimensions of meaning in multi-sensory perception: Gender-specific differences of evoked potentials, Human Cognitive Neurophysiology 2 (2009), 7.

Posterpräsentation auf dem „18th International Congress on Brain Electromagnetic Topography“ 2009 in Kyoto:

Word processing related to multi-sensory stimulus processing: Comparison of early and late components of evoked brain activity, W. Skrandies, A. Hiessl, S. Hörner. 18th International Congress on Brain Electromagnetic Topography, The International Society for Brain Electromagnetic Topography (ISBET2009)

Word processing related to multi-sensory stimulus processing: Genderspecific differences of components of evoked brain activity, W. Skrandies, A. Hiessl, S. Hörner, International Congress on Brain Electromagnetic Topography, The International Society for Brain Electromagnetic Topography (ISBET2009)

Veröffentlichung in „Brain Topography and Multimodal Imaging“:

W. Skrandies, S. Hörner, and A. Hiessl, Word processing related to multi-sensory stimulus processing: first results, In: Kobayashi, T., Ozaki, I., Nagata, K., Brain Topography and Multimodal Imaging, Kyoto University Press, 2009, 37-40.

11. Anhang

11.1. Tabellen

Tab. T1: Vorstudie: Beispiel einer Ratingtabelle für das zu bewertende Lebensmittel „Honig“ mit 21 Gegensatzpaaren.

Honig									
schön									hässlich
vermodert									frisch
geräuschvoll									still
steif									elastisch
matt									glänzend
bewegt									ruhig
lieblich									herb
labberig									knackig
bunt									einfarbig
leicht									schwer
angenehm									unangenehm
würzig									mild
spröde									glitschig
groß									klein
warmfarbig									kaltfarbig
freundlich									unfreundlich
träge									lebhaft
glatt									rau
schwach									stark
duftend									stechend
hell									dunkel

Tab. T2: Vorstudie: Faktorladungen der 21 Gegensatzpaare zu den sieben Korrelationsfaktoren; grau markierte Felder: die jeweils höchste Faktorladung des jeweiligen Gegensatzpaares.

	Faktor	Faktor	Faktor	Faktor	Faktor	Faktor	Faktor
	1	2	3	4	5	6	7
SCHÖN	0,678464	0,032859	0,103747	-0,067841	0,117122	0,213727	0,085818
FRISCH	0,654528	-0,026998	0,078520	0,232906	-0,095746	0,286509	0,149546
GERÄUSCHVOLL	-0,031846	0,600266	0,373196	-0,091167	-0,036024	-0,074048	-0,275888
STEIF	-0,097250	0,782094	-0,134761	0,029379	-0,001404	0,214823	-0,029339
MATT	-0,056762	0,129341	-0,135716	0,118209	0,000860	-0,727313	-0,058864
BEWEGT	-0,029180	-0,088473	0,837288	0,002160	0,048442	-0,081814	-0,068088
LIEBLICH	0,364254	-0,028652	0,131915	-0,083705	0,693645	0,091353	0,029761
KNACKIG	0,085115	0,790240	-0,052667	-0,028813	-0,144035	0,017620	0,081096
BUNT	-0,074337	0,082624	0,201687	-0,770685	0,011684	0,069834	0,037816
LEICHT	0,306139	-0,042259	0,158758	0,084569	0,188689	0,101190	0,626598
ANGENEHM	0,774607	0,002650	0,063113	0,022565	0,276210	0,030954	0,053539
MILD	0,249927	-0,130099	0,015084	0,120523	0,749179	0,090949	-0,069326
SPRÖDE	-0,065020	0,499215	-0,021469	0,000172	-0,178839	-0,457650	0,198617
KLEIN	-0,064283	0,013289	-0,113763	0,005565	-0,001421	-0,075943	0,794886
WARMFARBEN	0,284889	-0,042915	-0,146762	-0,707253	-0,040944	-0,055753	-0,140965
FREUNDLICH	0,764625	0,035118	0,040770	-0,208936	0,193198	0,141041	0,038844
LEBHAFT	0,151617	0,031116	0,761160	-0,066483	-0,093938	0,164387	0,064069
GLATT	0,127110	-0,187128	-0,060082	0,050828	0,048178	0,731740	-0,096208
SCHWACH	-0,078771	-0,116804	-0,166677	-0,035175	0,676517	0,013729	0,199659
DUFTEND	0,657962	-0,125607	-0,140725	-0,123838	0,002551	-0,242316	-0,119734
HELL	0,146340	0,153247	-0,053690	0,110673	0,308582	0,475123	0,313268
Expl.Var	2,978777	1,990563	1,654151	1,285699	1,836763	1,833408	1,382368
Prp.Totl	0,141846	0,094788	0,078769	0,061223	0,087464	0,087305	0,065827

Tab. T3: Lebensmittelklassen 1-8 mit den jeweils zugeteilten Lebensmittelworten.

1	2	3	4	5	6	7	8
Getreide- produkte	Fleisch	Fisch	Obst	Gemüse	Getränke	Milch- produkte	Nüsse/ Ölsamen
Brot	Schnitzel	Garnelen	Orange	Tomate	Saft	Gouda	Mandeln
Brötchen	Hähnchen	Fisch	Erdbeere	Brokkoli	Kakao	Käse	Kokos
Brezel	Schinken	Thunfisch	Pfirsich	Kopfsalat	Tee	Joghurt	Erdnuss
Weißbrot	Steak	Sardelle	Himbeere	Rucola	Cappuccino	Milch	Haselnuss
Tortilla	Braten		Aprikose	Karotte	Espresso	Feta	Walnuss
Zwieback	Wurst		Kirsche	Salat	Wasser	Frischkäse	Leinsamen
Toast	Lammfleisch		Mandarine	Paprika	Kaffee	Sahne	Sesam
Cornflakes	Bratwurst		Ananas	Mais	Wein	Parmesan	
Mehl	Salami		Nektarine	Feldsalat	Glühwein	Ricotta	
Knäckebrot			Mango	Rotkohl	Limonade	Mozzarella	
Reiswaffel			Banane	Spinat	Sekt	Schmand	
Müsli			Traube	Zucchini	Sprudel	Gorgonzola	
Spaghetti			Melone	Gurke	Spezi		
Reis			Mirabelle	Rote Bete	Bier		
Nudel			Zitronen	Spargel	Brause		
Pasta			Brombeere	Aubergine	Weizenbier		
			Birne	Erbse	Likör		
			Limone	Bohne	Cola		
			Pflaume	Chicoree	Schnaps		
			Rhabarber	Olive	Nektar		
			Litschi	Kohlrabi			
			Rosinen	Pilze			
				Rettich			
				Wirsing			
				Weißkohl			
				Zwiebeln			
				Sellerie			
				Lauch			

Tab. T4: Lebensmittelklassen 9- 15 mit den jeweils zugeteilten Lebensmittelworten.

9	10	11	12	13	14	15
Gerichte/ Sonstiges	Fast Food	Süßspeisen/ Kuchen/Torten	Süßwaren	Fette/ Öle	Gewürze/ Gewürzsoße	Kräuter
Lasagne	Gyros	Kuchen	Marmelade	Butter	Vanille	Basilikum
Auflauf	Hamburger	Waffel	Honig	Margarine	Zimt	Minze
Suppe	Hot Dog	Biscuit	Konfitüre	Öl	Curry	Petersilie
Soße	Döner	Crêpe	Popcorn		Balsamico	Melisse
Paella	Pizza	Brownie	Krokant		Mohn	Rosmarin
Risotto	Pommes	Kekse	Nougat		Nelken	Thymian
Zaziki		Muffins	Weingummi		Muskat	Eukalyptus
Rührei		Tiramisu	Bonbon		Anis	Kresse
Eier		Croissants	Zucker		Pfeffer	Dill
		Torte	Zuckerwatte		Salz	Oregano
		Pudding	Marzipan		Ingwer	Salbei
		Berliner	Chips		Kümmel	
		Donuts	Gelee		Senf	
		Milchreis	Sirup		Brühe	
		Grießbrei			Chili	
		Plunder			Ketchup	
					Kapern	
					Essig	

Tab. T5: Geschlechtsverteilung der Versuchsteilnehmer der Fragebogenstudie.

Geschlecht:	männlich	weiblich	ohne Angabe
	128	666	1

Tab. T6: Altersverteilung der Versuchsteilnehmer der Fragebogenstudie und Zuteilung zur jeweiligen Altersklasse j= jung, m=mittel und a= alt.

Altersklasse:	j	j	m	m	m	m	m	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a		
Alter:	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	47	52	53	54	ohne Angabe
Anzahl:	3	49	164	202	97	86	71	53	30	11	3	4	2	1	1	2	1	3	2	2	1	1	1	5

Tab. T7: Altersklassen der Versuchsteilnehmer der Fragebogenstudie.

Altersklasse:	Anzahl:
jung:	52
mittel:	673
alt:	65
ohne Angabe:	5

Tab. T8: Verteilung der Versuchsteilnehmer der Fragebogenstudie gemäß Essenseinstellung.

Essenseinstellung:	Anzahl:
Vegetarier	96
Nicht-Vegetarier+ ohne Angabe:	696+3

Tab. T9: Verteilung der Versuchsteilnehmer gemäß Händigkeit.

Händigkeit:	Anzahl:
rechts:	737
links:	53
beidhändig:	1
ohne Angabe:	4

Tab. T10: Verteilung der Versuchsteilnehmer der Fragebogenstudie gemäß Beruf, bzw. Studienfachrichtung.

Beruf-/Studienfach:	Anzahl:
Ökotrophologie:	473
Humanmedizin:	252
Zahnmedizin:	43
Psychologie:	6
Ingenieur:	3
Biologie:	2
Lehramt:	2
Arzthelferin:	1
Angestellte:	1
Hauswirtschaft:	1
Krankenschwester:	1
Jura:	1
Politikwissenschaft:	1
Student:	1
Wirtschaftswissenschaften:	1
Zivildienstleistender:	1
ohne Angabe:	5

Tab. T11: Verteilung der Versuchsteilnehmer der Fragebogenstudie gemäß Muttersprache.

Muttersprache:	Anzahl:
deutsch:	749
französisch/deutsch:	1
nicht-deutsch.:	43
ohne Angabe:	2

Tab. T12: Eindeutige Lebensmittelwortreize für fünf Faktoren, bzw. zehn Reizklassen.

Reiz- klasse	E+	E-	M+	M-	T+	T-	P+	P-	F+	F-
	Orange	Cola	Kekse	Honig	Traube	Schnitzel	Croissant	Espresso	Lasagne	Petersilie
	Erdbeere	Wirsing	Brokkoli	Spaghetti	Tomate	Toast	Joghurt	Kaffee	Pasta	Feta
	Mandarine	Lammfleisch	Mandeln	Sirup	Zitrone		Milchreis	Curry	Konfitüre	Salz
	Vanille	Gorgonzola	Popcorn	Pilze	Wasser		Zuckerwatte	Rosmarin	Torte	
		Kapern	Karotte	Pudding	Sekt		Grieß	Thymian	Auflauf	
		Sardelle	Krokant		Sprudel		Sahne	Oregano	Weingummi	
			Zwieback				Litschi	Balsamico	Bonbon	
			Erdnuss					Pfeffer	Paella	
			Chips					Olive	Eintopf	
			Cornflakes					Steak	Hamburger	
			Haselnuss					Braten	Hot Dog	
			Chicoree					Salami		
			Kohlrabi					Senf		
			Knäckebröt							
			Reiswaffel							
			Rettich							
Anzahl	4	6	16	5	6	2	7	13	11	3

Tab. T13 : Einteilung der eindeutigen Lebensmittel zu den jeweiligen Faktoren, bzw. Reizklassen.

Reizklasse	Faktor	Polarität	Anzahl der Lebensmittelreize	Lebensmittelreize
C1 (= E+)	1	Positiv	13	Ananas, Aprikose, Biscuit, Brötchen, Croissant, Erdbeere, Kuchen, Mandarine, Mango, Mirabelle, Orange, Pfirsich, Vanille
C2 (= E-)	1	Negativ	12	Cola, Essig, Gorgonzola, Kapern, Kümmel, Lammfleisch, Sardelle, Schnaps, Senf, Thunfisch, Wirsing, Wurst
C3 (= P+)	2	Positiv	14	Brezel, Chicoree, Chips, Erdnuss, Haselnuss, Karotte, Knäckebrot, Kohlrabi, Kokos, Krokant, Mandeln, Pfeffer, Rettich, Rhabarber
C4 (= P-)	2	Negativ	25	Butter, Crepe, Donuts, Frischkäse, Gelee, Grieß, Grießbrei, Honig, Joghurt, Litschi, Margarine, Mehl, Milch, Milchreis, Mozzarella, Nudel, Plunder, Pudding, Rührei, Sahne, Schmand, Sirup, Spaghetti, Weingummi, Zuckerwatte
C5 (= T+)	3	Positiv	7	Aubergine, Kirsche, Sprudel, Tomate, Traube, Zazicki, Wasser
C6 (= T-)	3	Negativ	7	Auflauf, Curry, Eintopf, Parmesan, Schnitzel, Toast, Zimt

Tab. T14: Anzahl der Buchstaben pro Lebensmittel- Reizwort und Reizklasse, Mittelwert und Standardabweichung der Wortlänge pro Reizklasse.

Reizklasse	Anzahl der Buchstaben für jedes Lebensmittelreizwort in alphabetischer Reihenfolge:																									Mittelwert:	Standardabweichung:
E+	6	8	7	8	9	8	6	9	5	9	6	8	7													7,38	1,33
E-	4	5	10	6	6	11	8	7	4	9	7	5														6,83	2,29
P+	6	8	5	7	9	7	10	8	5	7	7	7	7	9												7,29	1,44
P-	6	5	6	10	5	5	9	5	7	7	9	4	5	9	10	5	7	7	6	5	7	5	9	9	11	6,92	2,02
T+	9	7	7	6	6	7	6																			6,86	1,07
T-	7	5	7	8	9	5	4																			6,43	1,81

Tab. T15: Eigenschaften der Versuchspersonen der EEG- Studie: VP= Versuchsperson, A= Alter, G= Geschlecht, m= männlich, w= weiblich, veg= Vegetarier, n= nein, j= ja, Chr. Erkr.= bekannte chronische Erkrankungen, Sehh.= Sehhilfe, D. re.= Dioptrien rechts; D. li.= Dioptrien links, H= Händigkeit, F= Füßigkeit, re= rechts, li= links, A.dom.= Augendominanz.

VP	A	G	Veg	Chr. Erkr.	A.OP	Sehh.	D. re.	D. li.	H	F	A.dom.	Visus re	Visus li	Visus bds
1	26	w	n	n	n	j	-7	-7	40	re	re	1,25	1,25	1,6
2	21	w	j	n	n	j	1	1,25	100	re	re	1,25	1,25	1,6
3	19	w	n	n	n	n	0	0	100	re	re	1,25	1,25	1,6
4	24	w	n	n	n	j	-1,25	-1,25	100	re	re	1,25	0,8	1,6
5	21	w	j	n	n	j	-9,5	-11,75	80	re	li	1,25	1,25	1,6
6	24	w	n	n	n	j	-1	-0,5	100	re	re	1,25	1	1,6
7	21	w	n	n	n	j	-1,4	-1,6	80	re	re	1,25	1,25	1,6
8	28	m	n	n	n	n	0	0	50	re	re	1,6	1,6	1,25
9	23	w	n	n	n	j	-3,25	-3,25	100	re	li	2	1,6	2
10	26	m	n	n	n	n	0	0	0	re	re	1,6	1,6	2
11	23	w	n	n	n	j	3,75	4,25	80	re	re	1,25	1,25	2
12	23	w	n	n	n	j	-3,5	-3,25	100	re	re	1,6	1,25	1,6
13	24	m	n	n	n	j			100	re	re	2	2	2
14	30	m	n	n	n	j			100	li	li	1,25	1,25	1,6
15	26	m	n	n	n	n	0	0	100	re	re	2	2	2
16	23	w	n	n	n	j	2,75	2,75	100	re	re	2	0,8	2
17	17	w	n	n	n	n	0	0	0	re	re	2	1,6	2
18	24	m	n	n	n	n	0	0	100	re	re	1,25	1,25	2
19	23	w	n	n	n	n	0	0	100	re	re	1,25	2	2
20	26	m	n	n	n	n	0	0	100	re	re	2	1,25	2
21	24	w	n	n	n	n	0	0	100	re	li	1,25	0,8	1,25
22	23	w	n	n	n	n	0	0	100	re	li	1,6	1	2
23	25	w	j	n	n	n	0	0	100	re	re	2	2	2
24	20	w	n	n	n	n	0	0	60	re	re	1,25	1	2
25	21	m	n	n	n	n	0	0	100	re	re	2	2	2
26	20	w	n	n	n	n	0	0	100	re	li	1,6	1,6	2
27	20	w	n	n	n	n	0	0	80	re	li	1,25	1,25	2
28	20	w	n	n	n	j	3,75	4	80	re	re	1,25	1,6	2
29	21	w	n	n	n	n	0	0	100	re	re	1,25	1,25	1,6
30	29	m	j	n	n	j			80	re	re	1,6	1,25	2
31	28	m	n	n	n	n	0	0	100	re	li	1,6	1,25	2
32	26	m	j	n	n	n	0	0	100	li	re	1	1,25	1,6
33	25	m	n	n	n	j	-6,25	-5,75	100	re	re	1,6	1,25	2
34	26	m	n	n	n	n	0	0	100	li	re	1,6	2	2
35	21	m	n	n	n	j	-1	-1	100	re	re	1,25	0,8	1,25
36	28	m	n	Urtikaria	n	j	-0,7	-0,7	-100	li	re	1,25	0,8	1,25
37	25	m	n	n	n	j	1,5	2,5	100	re	re	2	1,6	2
38	25	m	n	n	n	n	0	0	80	re	re	1,25	1,6	1,6
39	22	m	n	n	n	n	0	0	0	li	re	0,8	1,25	1,6
40	21	m	n	n	n	n	0	0	100	re	re	1,25	1,25	2
41	25	m	n	n	n	j	-2	-1	80	li	re	1,6	1,25	2
42	25	m	n	j	n	j	-4	-3,75	80	re	li	0,8	1	1,6
43	19	m	n	n	n	j	-2	-2,5	80	re	li	1	1,25	1,6

Tab. T16: Auflistung der elf Komponenten innerhalb der 1000ms- Reiz-Expositionszeit.

Komponente	Zeitbereich in ms	Benennung
1	80-134	ZK 107
2	138-200	ZK 169
3	202-256	ZK 229
4	258-350	ZK 304
5	352-434	ZK 393
6	438-522	ZK 480
7	524-596	ZK 560
8	616-698	ZK 657
9	744-820	ZK 783
10	824-900	ZK 862
11	906-986	ZK 946

11.2. Abbildungen

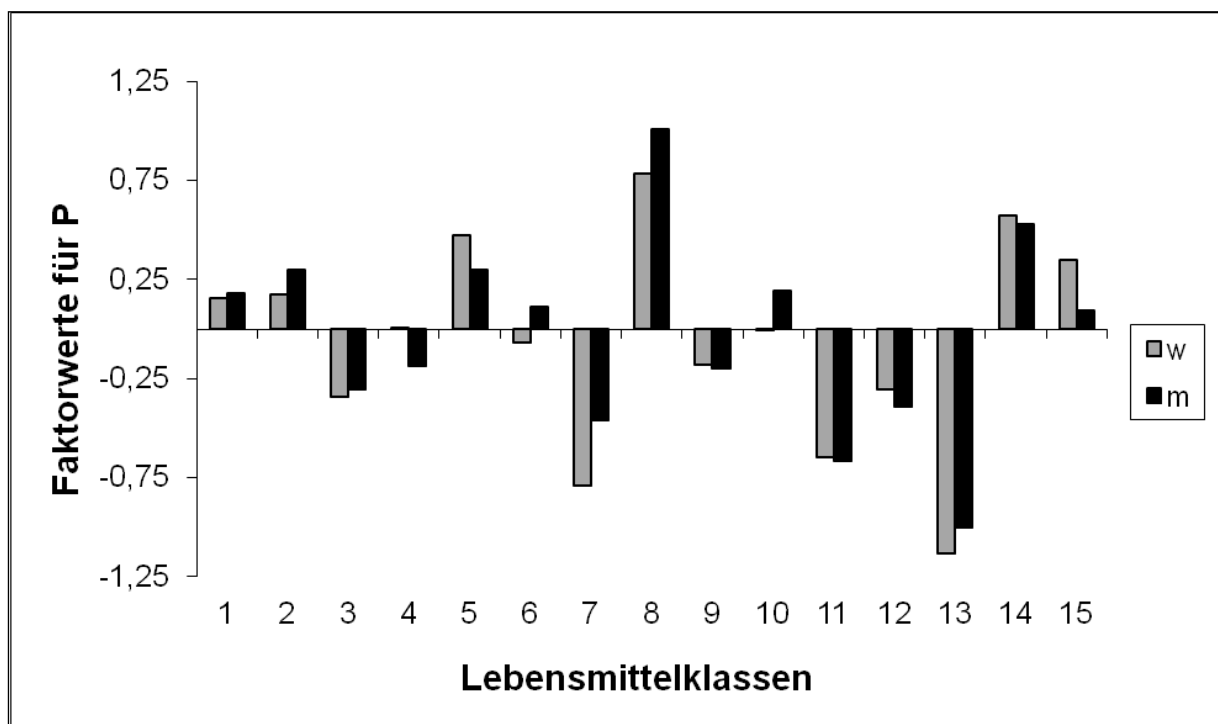


Abb. A1: Geschlechtsspezifische gemittelte Faktorwerte für Faktor **P**; helle Balken = weibliche Werte; dunkle Balken= männliche Werte;

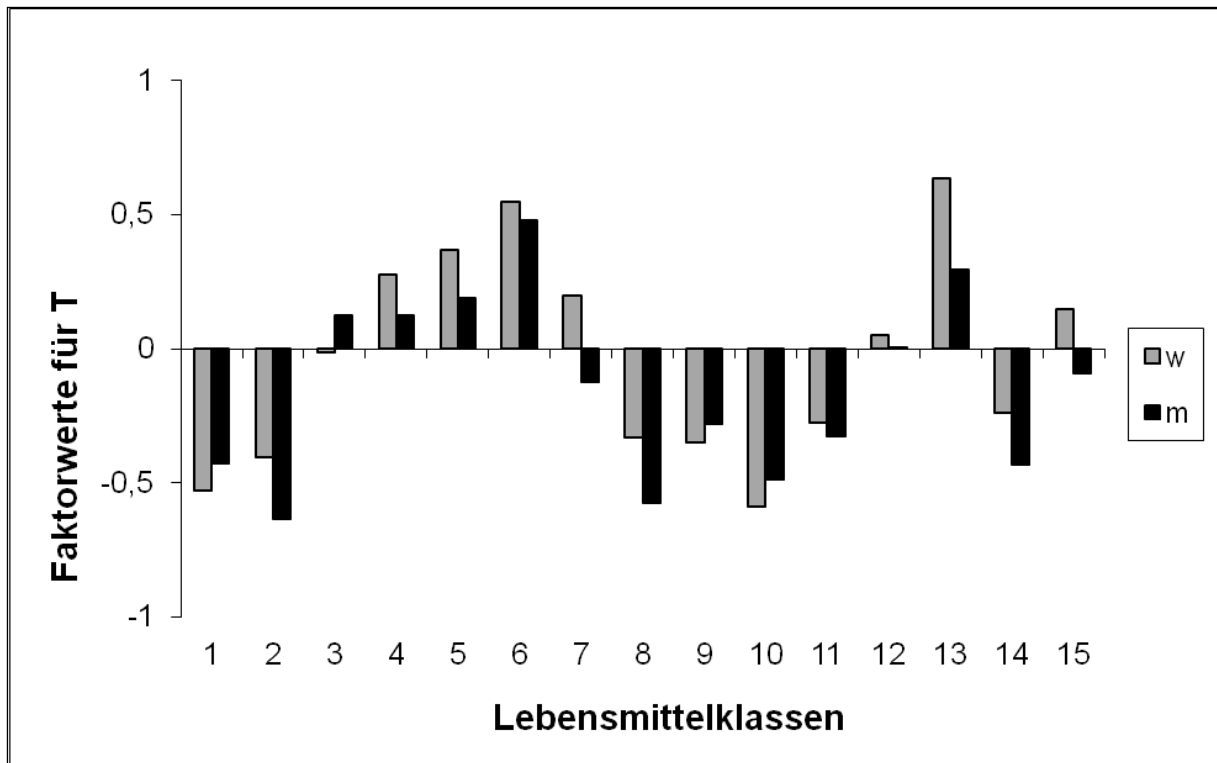


Abb. A2: Geschlechtsspezifische gemittelte Faktorwerte für Faktor **T**; helle Balken = weibliche Werte; dunkle Balken= männliche Werte;

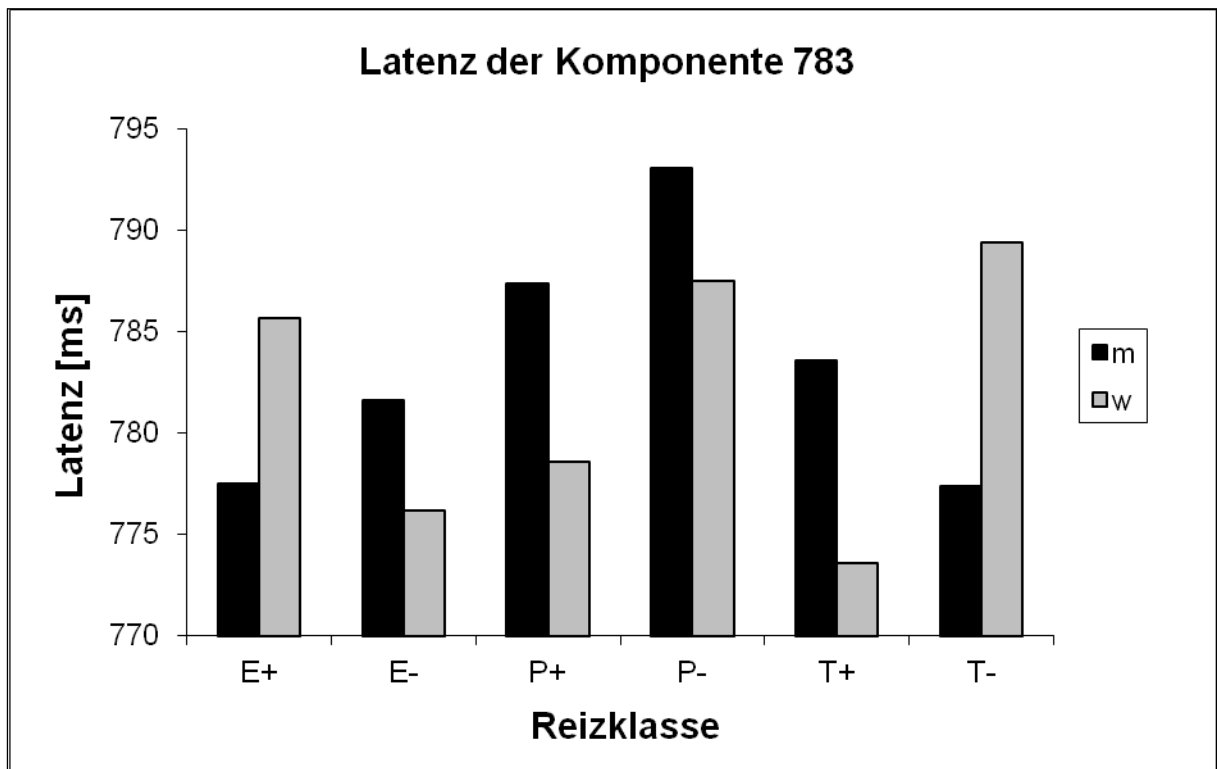


Abb. A3: Signifikante Geschlechts- Reizklassen- Interaktion der Latenz der Komponente 783 für die jeweilige Reizklasse, m = männlich, w = weiblich.

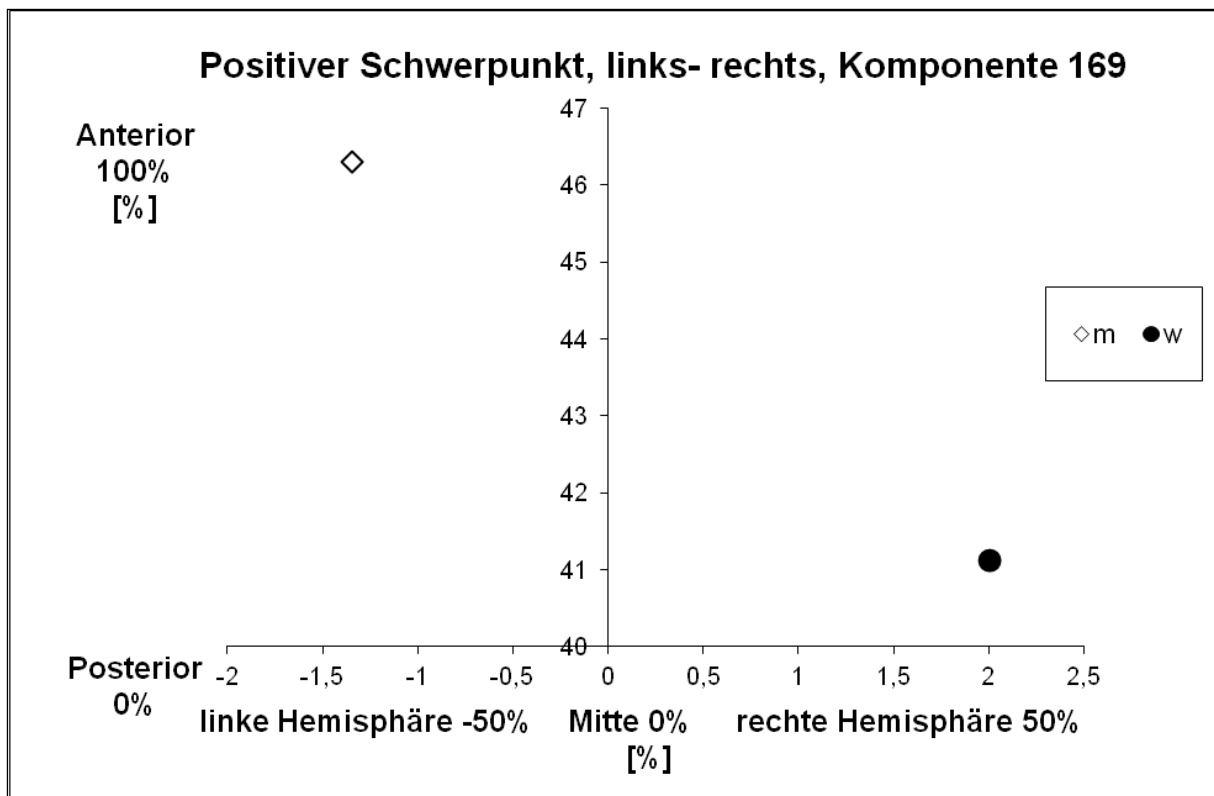


Abb. A4: Signifikanter Einfluss des Geschlechts auf den positiven Schwerpunkt in Rechts-Links- Richtung der Komponente 169, weißes Viereck= männlicher Schwerpunkt, schwarzer Kreis= weiblicher Schwerpunkt

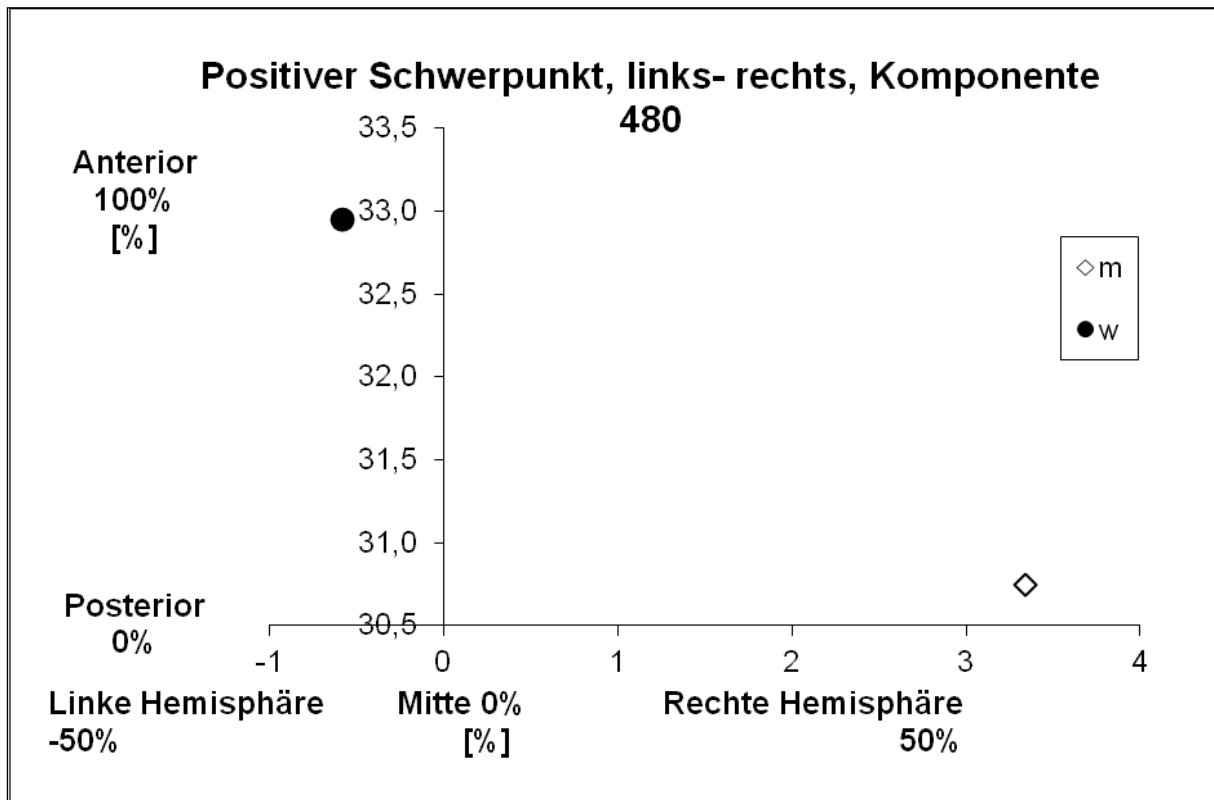


Abb. A5: Signifikanter Einfluss des Geschlechts auf den positiven Schwerpunkt in Rechts-Links- Richtung der Komponente 480, weißes Viereck= männlicher Schwerpunkt, schwarzer Kreis= weiblicher Schwerpunkt

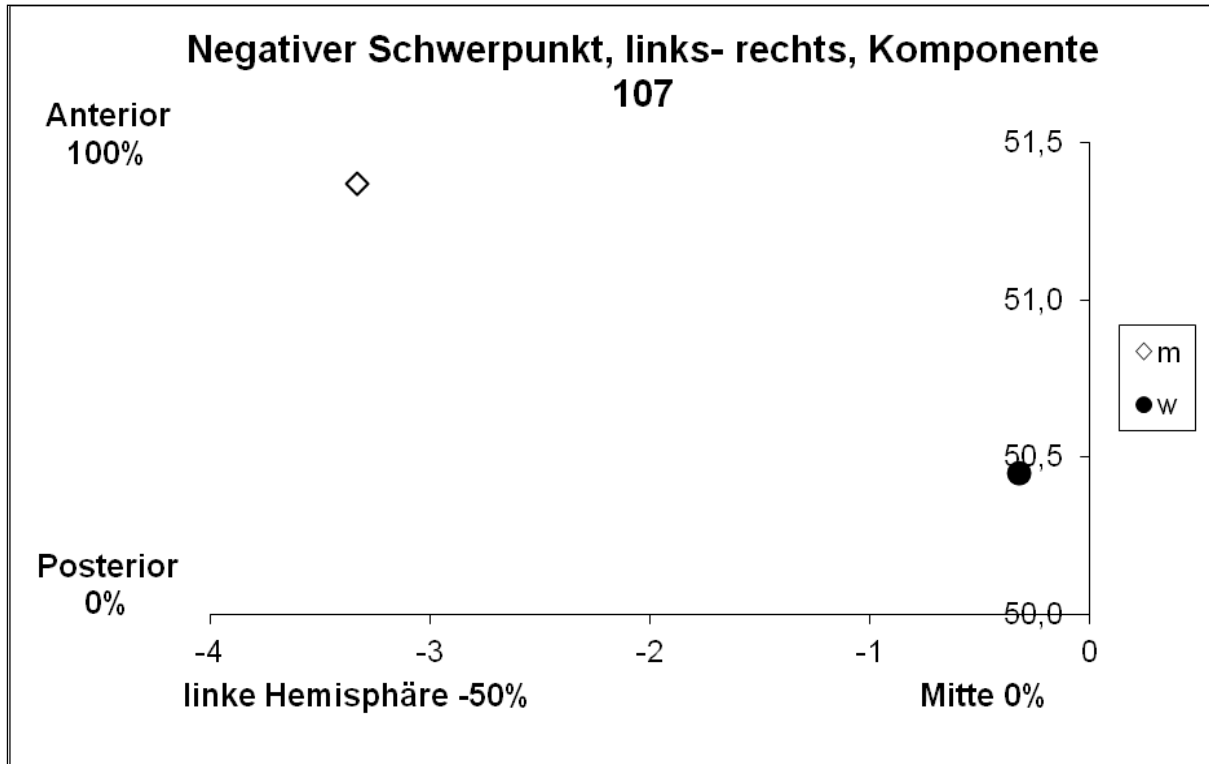


Abb. A6: Signifikanter Einfluss des Geschlechts auf den negativen Schwerpunkt in Rechts-Links- Richtung der Komponente 107, leeres Viereck= männlicher Schwerpunkt, schwarz – ausgefüllter Kreis= weiblicher Schwerpunkt

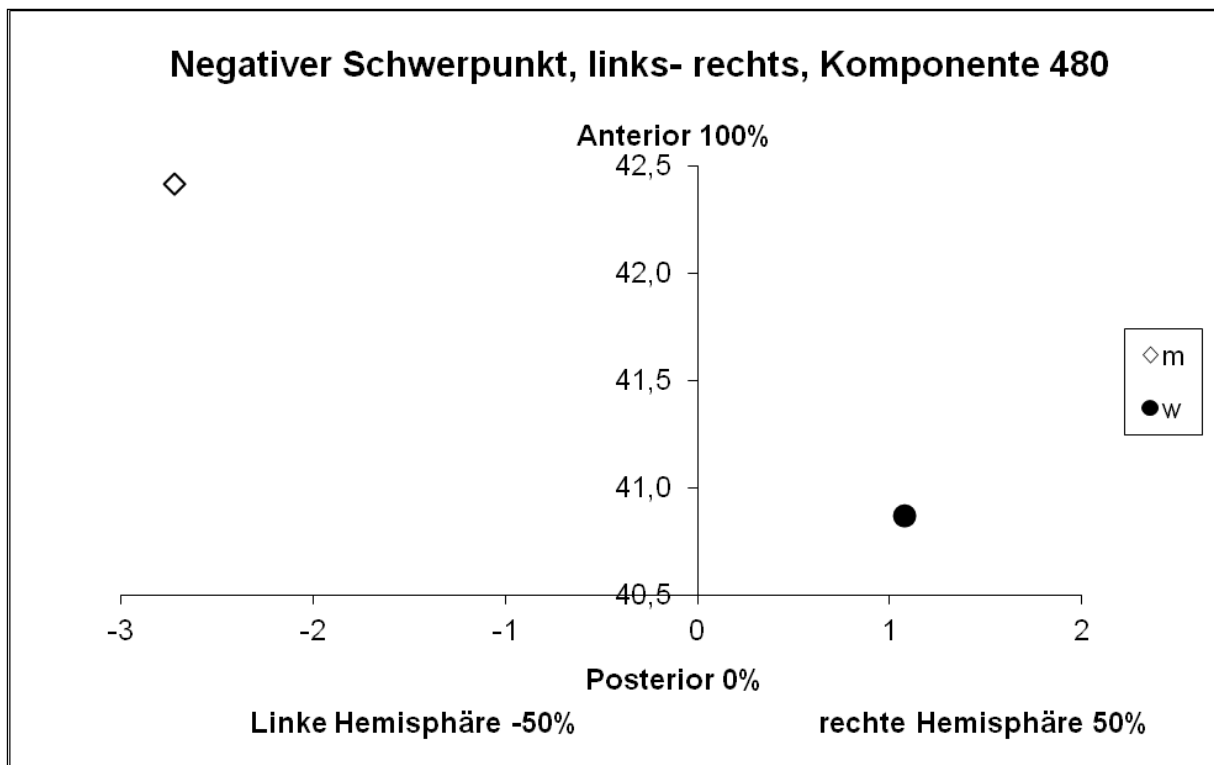


Abb. A7: Signifikanter Einfluss des Geschlechts auf den negativen Schwerpunkt in Rechts-Links- Richtung der Komponente 480, weißes Viereck= männlicher Schwerpunkt, schwarzer Kreis= weiblicher Schwerpunkt

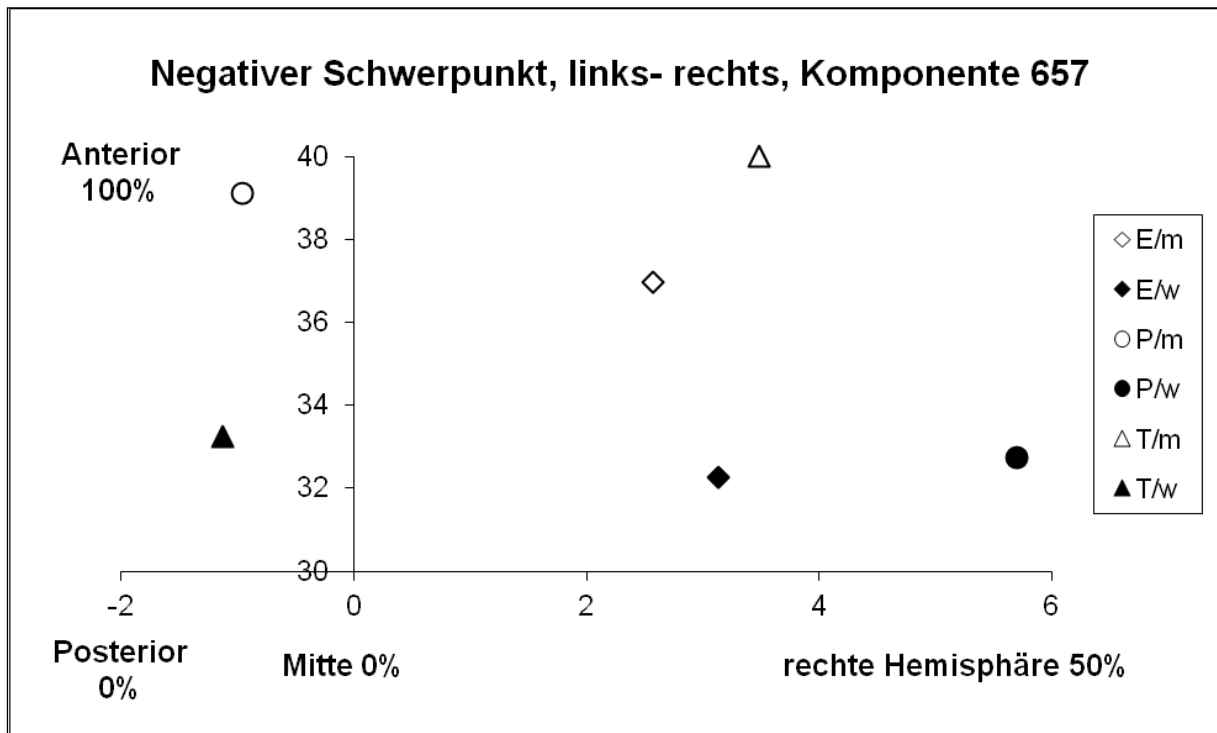


Abb. A8: Signifikanter Einfluss des Geschlechts auf den negativen Schwerpunkt in Rechts-Links- Richtung der Komponente 657, E= Faktor Evaluation, P= Faktor Stärke, T= Faktor Textur; leere Figuren= m= männlich, ausgefüllte schwarze Figuren= w= weiblich

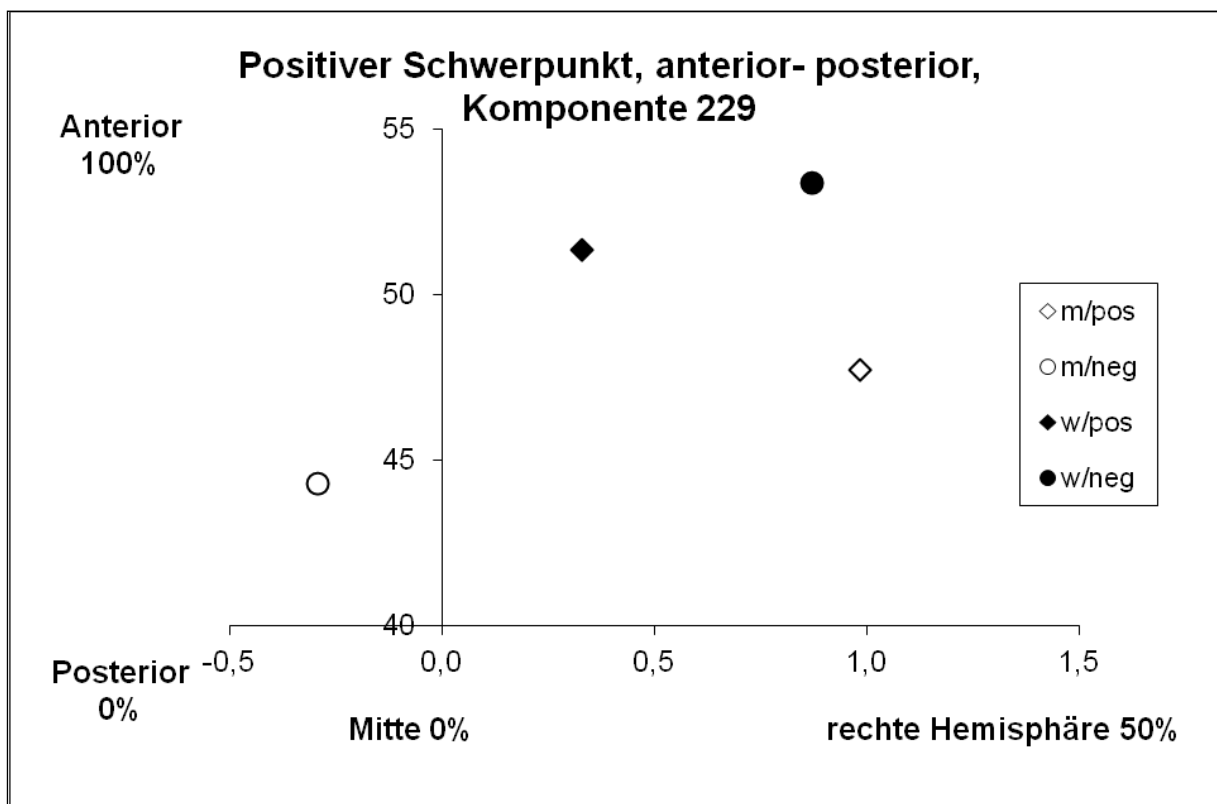


Abb. A9: Signifikanter Einfluss des Geschlechts auf den positiven Schwerpunkt in anteriorer-posteriorer- Richtung der Komponente 229 in Abhängigkeit von der Polarität, m= männlich, w= weiblich, pos= positive Polarität, neg= negative Polarität

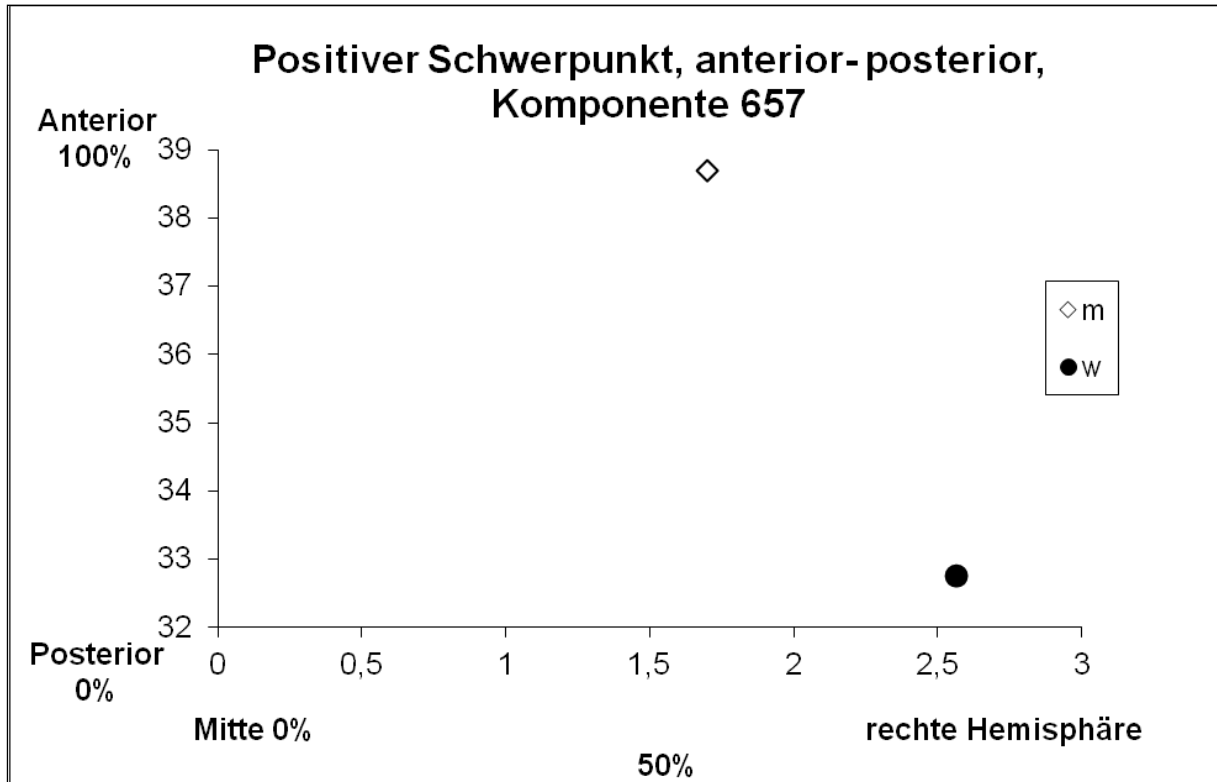


Abb. A10 : Signifikanter Einfluss des Geschlechts auf den positiven Schwerpunkt in anteriorer-posteriorer- Richtung der Komponente 657

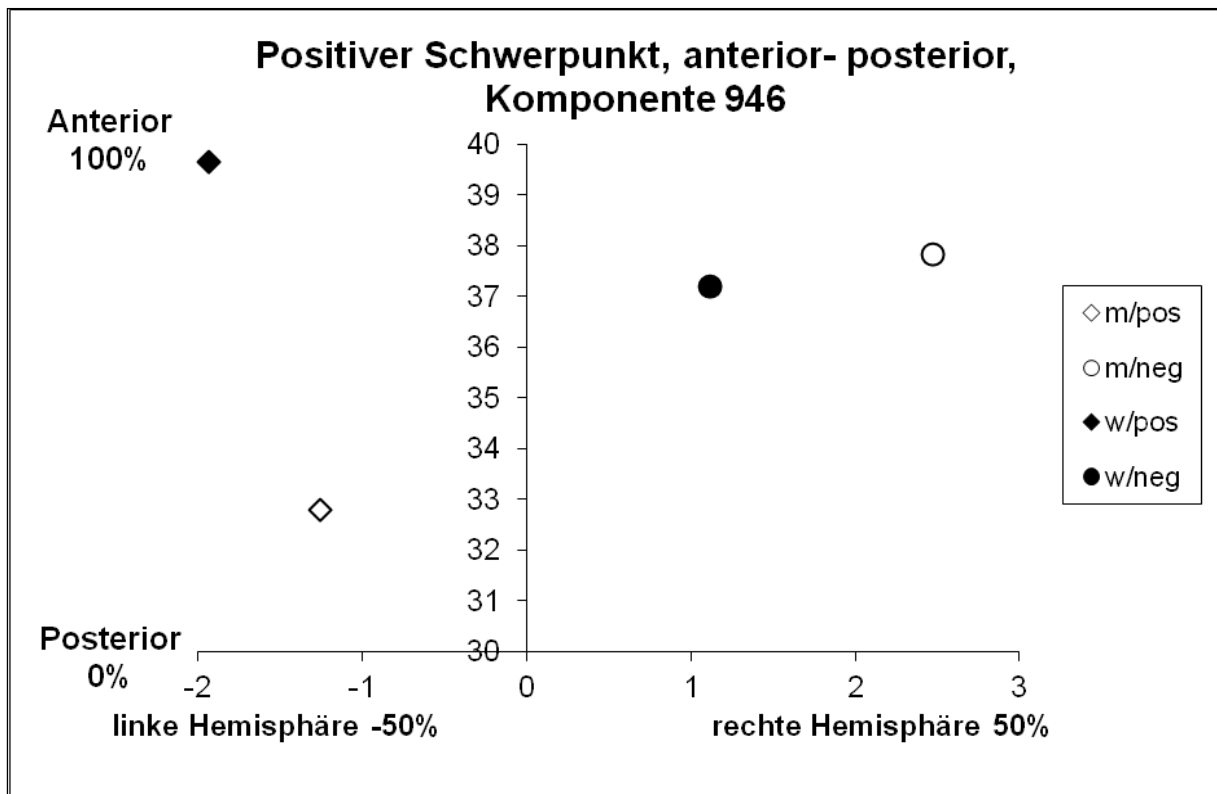


Abb. A11: Signifikante Geschlechts- Polaritäts- Interaktion des positiven Schwerpunktes in anteriorer-posteriorer- Richtung der Komponente 946

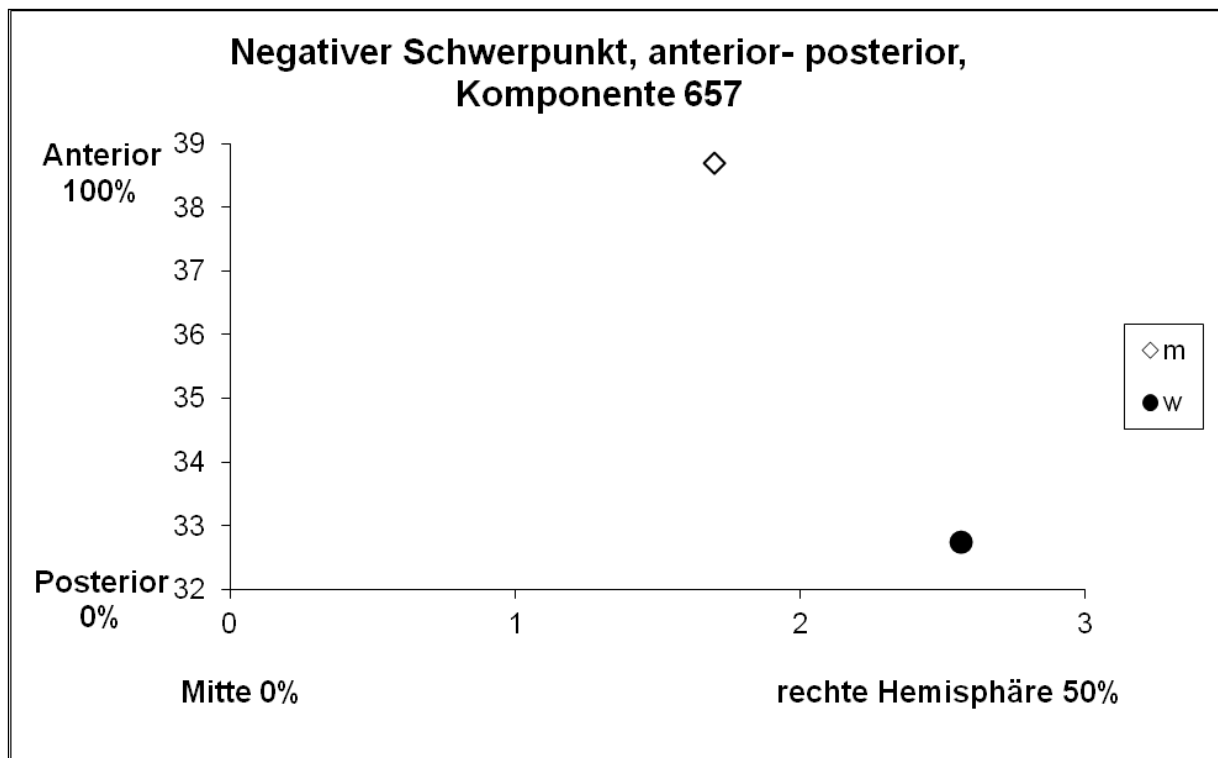


Abb. A12: Signifikanter Einfluss des Geschlechtes auf den negativen Schwerpunkt in anteriorer- posteriorer- Richtung der Komponente 657

Erklärung zur Dissertation

„Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne unzulässige Hilfe oder Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nichtveröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten sowie ethische, datenschutzrechtliche und tierschutzrechtliche Grundsätze befolgt. Ich versichere, dass Dritte von mir weder unmittelbar noch mittelbar geldwerte Leistungen für Arbeiten erhalten haben, die im Zusammenhang mit dem Inhalt der vorgelegten Dissertation stehen, oder habe diese nachstehend spezifiziert. Die vorgelegte Arbeit wurde weder im Inland noch im Ausland in gleicher oder ähnlicher Form einer anderen Prüfungsbehörde zum Zweck einer Promotion oder eines anderen Prüfungsverfahrens vorgelegt. Alles aus anderen Quellen und von anderen Personen übernommene Material, das in der Arbeit verwendet wurde oder auf das direkt Bezug genommen wird, wurde als solches kenntlich gemacht. Insbesondere wurden alle Personen genannt, die direkt und indirekt an der Entstehung der vorliegenden Arbeit beteiligt waren. Mit der Überprüfung meiner Arbeit durch eine Plagiatserkennungssoftware bzw. ein internetbasiertes Softwareprogramm erkläre ich mich einverstanden.“

Ort, Datum

Susanne Hörner